LA

CIRCOLAZIONE DELLA VITA

LETTERE FISIOLOGICHE

DI

JAC. MOLESCHOTT

in risposta alle lettere chimiche

di Liebig

traduzione sulla quarta edizione tedesca

PUBBLICATA COL CONSENSO DELL'AUTORE

DAL PROF. CESARE LOMBROSO

70

MILANO

Presso GAETANO BRIGOLA Editore

Corso Vittorio Emanuele, 26.

1870.

Digitized by Google

16489

Digitized by Google

LA
CIRCOLAZIONE DELLA VITA

Digitized by Google

Digitized by Google

LA

CIRCOLAZIONE DELLA VITA

LETTERE FISIOLOGICHE

DI

JAC. MOLESCHOTT

in risposta alle lettere chimiche

di Liebig

traduzione sulla quarta edizione tedesca

PUBBLICATA COL CONSENSO DELL'AUTORE

DAL PROF. CESARE LOMBROSO

MILANO
Presso GAETANO BRIGOLA Editore
Corso Vittorio Emanuele, 26.

1869.

Digitized by Google

Digitized by Google

PREFAZIONE

Grave è il cimento in cui mi getto presentando queste pagine al popolo, dopo di avere dettato la Fisiologia della metamorfosi della materia *per i fisiologhi, per gli agronomi e i medici. Io corsi una simile sorte quando pubblicai il mio libro popolare* Sugli alimenti, *appena finito quel mio* Trattato fisiologico sugli alimenti, *in cui mi sforzava di porgere agli specialisti un filo che li guidasse nella buja via della dietetica razionale.*

Tuttavia mi conforta il pensiero che per la prima volta in queste mie lettere ho potuto adottare una forma più spigliata che mi dà modo a sviluppare meglio e, se non m'illudo, con maggior vaghezza, tutta una serie d'idee, senza troppo crucciarmi se l'insieme delle dottrine non sempre appare in tutta la sua integrità. Il concatenamento troppo serrato dell' argomento ed i diretti e gravi rapporti colla pratica mi ritennero dal fare altrettanto nel Libro degli alimenti.

Il popolo ben più si giova ed appaga di uno sviluppo di idee generali, e sfugge le torture di una

Digitized by Google

dottrina completa e severa. Io avevo in vista, però, di dimostrare come queste dottrine generali manchino di ogni fondamento, quando le imagini dei fatti non prestino loro una solida e corporea forma. Oh! quanto amerei d'esservi riescito ed in modo non dispiacente! Poichè, a faccia aperta, il dichiaro, io volli qui, pure, tentare di strappar, colle armi della scienza, colla bilancia, colla macchina pneumatica e col microscopio, le armi spuntate delle vane tradizioni.

La via del vero progresso ci si aprirà solo quando noi attingeremo nel dominio dei fatti; ma allora noi saremo alieni così dai misteri della chiesa, come dai sogni di coloro, che ben si dan nome di idealisti, ma pure non riescono a contemplare l'idea nel mirabile seno della natura, la quale vive e nelle forme e nella materia.

JAC. MOLESCHOTT.

Digitized by Google

A J. LIEBIG

Nel vasto campo della scienza moderna ben alto al dissopra dell'individuo si eleva quella ch'io chiamo personalità del pensatore.

E con questo nome io non intendo già quella sicura coscienza del proprio valore, che è l'usbergo di quanti nello studio cercano soltanto il vero, solo la gioja dell'osservare, solo la voluttà del pensare. E nemmeno quì alluderei alla serena calma di quegli scrittori che dettano sol perchè una piena convinzione e quasi una violenza della trovata verità, li stringe a dare una forma ai loro pensieri. Contro i nemici di questi, ben scriveva Goethe a Schiller: « Gli è curioso il vedere di cosa si cruccino propriamente costoro, e di cosa poi credano essi, che altri s'abbia a crucciare, e quanto triviale e scipita immaginino l'altrui esistenza; come è bello il vederli scoccare le loro freccie sui più

Digitized by Google

moti baluardi, non sognando, pure, che l'uomo attento, seriamente, allo studio del vero e di sè medesimo, rimane sull'alto di inaccessibile rôcca sereno ed invulnerato ai loro colpi. »

Io piuttosto intendo parlare di quella rara fortuna che tocca, ad un dato momento, a certi uomini di grande levatura scientifica, per cui essi riescono a formare un tutto delle proprie idee e della scienza medesima. Così accadde a molte fra le opinioni espresse nelle vostre *Lettere sulla chimica,* le quali in grazia al vostro nome, divennero uno stendardo intorno a cui schieraronsi convinti molti fra i più eccellenti studiosi delle scienze fisiche. E come la scienza si risolve infine nel sapere di pochi uomini d'una tal data epoca; così m'è pur forza di confessarvi che quel vessillo, su cui voi segnaste le vostre idee, tiene onoratamente il campo nel mondo scientifico.

E me pure inebbriava un giorno quella vostra bandiera, ma non mai tanto ch'io dovessi seguirla ad ogni passo.

In questa mia risposta alle vostre lettere, io ho manifestate idee, recisamente, opposte alle vostre, nè credo perciò d'aver mancato alle leggi della modestia. Voi non siete fisiologo, come io non son chimico. Ma questo

Digitized by Google

stesso argomento, che voi avete saputo palleggiare con tanta sicurezza e fortuna, io pure, con ugual amore, ho voluto abbracciare, e mi vi sono appigliato con tutta la forza del mio pensiero.

Io scruto per entro la materia con modi differenti dai vostri, e quindi me ne vengono diverse le illazioni. Ma la mia opinione, qual che siasi, deve poter, anch'essa, farsi innanzi ad un esame vergine di pregiudizi; poichè la scienza moderna non è legata a quelle tali leggi di casta, o d'etichetta, per le quali certe classi d'uomini non potevano un tempo entrare, liberamente, in rapporto coll'altre.

La lotta sarà forse uno de'miei strumenti, ma essa non fu mai la mia meta. Scrivendo pel popolo avrei potuto tacere come l'altrui, così anche il vostro nome, s'io non onorassi nelle lettere vostre tanta parte della scienza, di cui tutti noi dobbiamo giovarci, ma non senza averla, prima, sottoposta ad esame.

Il vostro sistema è una proprietà tutta vostra, voi non dovete risponderne per l'uso che ne facciate voi stesso; perchè gli diate la preferenza voi certo lo saprete meglio degli altri. Io non pretendo di apprendervi nulla colle mie risposte. Voi troppo ben cono-

Digitized by Google

scete l'argomento che io quì tenterei di porre a modo, e di sbocconcellare non solo gli ottimati dell'intelligenza, ma ben anco al popolino. Per ciò fare, pretendo, a mia volta anch'io, il diritto di trarre da questo argomento quelle conclusioni, che a me pajano giuste.

Sicuro di non convincervi, io non v'invio, direttamente, queste mie risposte. Ma serbai loro tuttavia il vostro indirizzo, per potervi in qualche modo attestare come e quanto dalle lettere vostre io mi sia giovato. Di più io voleva indettare a mio modo i lettori, i quali anch'essi, com'io, giudicano le vostre idee una parte della scienza medesima, ma senza farsi ragione poi come la scienza stia sempre in sul completarsi, ed, intanto, non si completi mai.

Oh! che mi tocchino pure fra i lettori, e molti, ed accaniti avversari delle mie opinioni! E che in grazia alle mie risposte ritornino spesso a quelle vostre lettere donde il mio libro ebbe le mosse! Ch'essi vi cerchino armi potenti per tutto frantumare il mio edificio! Tutto ciò non mi dorrebbe! Un solo è il mio ardente desiderio; è che essi abbiano a cercare e giudicare in voi, come in me, non già opinioni, ma prove.

Di opinioni se ne trovano dappertutto e sotto

Digitized by Google

tutte le foggie. Chi voglia giudicarmi, dietro sole opinioni, quegli può bene risparmiarsi la noja di leggermi; almeno un novantanove volte su cento, quegli m'avrà già condannato. Io mel so già. Chi però vorrà darsi la briga di cercare nel mio libro delle prove, e di studiare i legami che ora avvincono le scienze positive a quelle idee, che già commossero il mondo nella seconda metà del secolo scorso, ed a più riprese in altri tempi... oh! quegli, forse, un nove volte su dieci, mi stenderà, amica, la mano.

Magonza, 1852.

Digitized by Google

Digitized by Google

LETTERA I.ª

Rivelazioni e leggi della natura.

L'arte, la scienza e la società si danno spesso, tra loro, crudeli battaglie che straziano e impiagano l'animo nostro, e sono troppo lente a porre giù l'arme; e ciò sopratutto perchè nel conflitto degli elementi non prendono parte, soltanto, i principii più opposti, ma certe dimezzate opinioni, certe panneggiature, certi tentativi di conciliazione, che meritano pure l' attenzione dello storico e dell'osservatore, perchè sono parte necessaria della evoluzione delle idee.

Nella società queste mezze misure sono prese in odio da ambo i partiti, che si disputano il dominio dell'uomo. I governi del giorno d'oggi stanno e cadono per la grazia di Dio. Il popolo invece, lotta per ottenere il trionfo delle idee umane. Ma nè popolo nè governo credono più, al giorno d' oggi, ad un connubio possibile tra la *grazia* divina e lo *esame* umano; nè credono punto alla prudenza e alla dignità di un partito che si riprometteva di maritare le idee così contradditorie della rivelazione divina e della libertà umana.

I grandi cultori dell'arte e della scienza non sono giunti ancora tant'oltre. Sì bene perdura in molti fra

Digitized by Google

questi un desiderio angoscioso, misto di speranza e di tema, di trovar modo d'accordare l'osservazione dei sensi colla spirituale ispirazione. Noi viviamo in un tempo, in cui principi e preti s'azzuffano coi cittadini pel possesso di quei materiali che l'arte e la scienza vanno accumulando per ricostrurre l'edificio sociale. Tra i due partiti nemici s'acquattano coloro che non vorrebbero guastarsi nè con gli uni, nè con gli altri.

Ma pure nel mondo della scienza, come in quello della politica, vi ha un disaccordo troppo reciso, inconciliabile, tra la rivelazione e le nozioni acquistate col mezzo dei sensi, sottoposte al libero esame e a null'altro ligie che alle leggi della natura. E noi dobbiamo una volta prendere partito, o a destra od a sinistra, tanto lì come quì, se pur non vogliamo vederci tolta quella fiducia che solo si concede a chi è seguace provato e costante d'un principio e d'un' idea.

Il punto di partenza della rivelazione è la grazia di Dio. Lutero scriveva: « La grazia di Dio sola ci mette in grado di ammirare i suoi miracoli, le opere sue, fino nel più gracile fiore. »

Preso da questo punto di vista, il mondo per noi diventa la rivelazione della grandezza, della sapienza del suo creatore; « Il mondo, dice Liebig, non è altro che la storia dell' onnipotenza e della saggezza impenetrabile d'un essere superiore. » Il mondo si presenta come una scuola per l'uomo. L'istoria del mondo ne perfeziona lo spirito e innalza « la sua anima immortale fino a conoscere la dignità ed il posto ch'essa tiene nell'universo » (1).

Digitized by Google

A questo concetto collima perfettamente quell'altro pensiero, pure di Liebig, che la sapienza del creatore ha destinato all'uso dell'uomo (2) i principii immediati delle piante, lo zucchero e l'albumina. Noi vi impariamo che una sapienza infinita tutto dispose perchè gli alimenti contenessero dosi ineguali di carbonio! (3). — A che stillarci il cervello per cercare la causa prima dell'universo? Il mondo è tutto opera della provvidenza (4).

E a queste idee attingono migliaia e migliaia di entusiasti il fervore della preghiera. La via della rivelazione conduce alla preghiera, non all'esame scientifico, poichè la sapienza della provvidenza non è perscrutabile.

Ecco dove approda la più stringente logica quando naviga in un ordine di idee ben più pagane, che non cristiane. I pagani non indirizzavano le preci loro alle forze brute della natura, come crede Liebig (5), sibbene alle cause provvidenziali. Qualunque forza della natura, di cui non si potesse spiegar l'origine, diventava un demone od un Dio, che conveniva placare o cattivarsi con sacrifizii e con preghiere.

Io ho tolto a prova queste idee dalle lettere chimiche di Liebig; pure esse non indicano abbastanza ancora le convinzioni del chimico alemanno, poichè ei giunse a dichiarare formalmente che colla rivelazione sola l'uomo non può acquistarsi alcuna idea dell'onnipotenza divina. « La scienza della natura, dice Liebig, è la via, per cui noi approdiamo alla nostra intellettuale perfezione (6); mancando della conoscenza delle leggi e dei fenomeni naturali, lo spirito umano non può farsi un'idea della grandezza

Digitized by Google

e sapienza del creatore, perchè tutto ciò che possa immaginare la fantasia più ricca, lo spirito più colto, non è, in confronto del vero, che una bolla di sapone, colorata, brillettante, ma vuota (7). »

Ed ora il lettore crederà che Liebig abbia posta la scienza sperimenta le ben più in alto della credenza, dei miracoli, della rivelazione; ahimè! ch'egli badi un pochino a quest'altro passaggio: « — La conoscenza esperimentale della natura ci detta irresistibilmente la convinzione non bastare i limiti dello spirito umano per abbracciare il vero; al di fuori di questi esservi qualche cosa di simile, ma di ben più perfetto. La nostra percezione non ce ne lascia vedere che i gradi inferiori. E questa verità, come tutte le altre delle scienze fisiche, prova l'esistenza d'un essere superiore di cui i sensi non possono fornirci alcuna idea e che solo la perfezione maggiore degli istrumenti del nostro spirito può farci concepire in tutta la sua grandezza e sublimità (8). »

Vedete, dunque, cosa vuole il Liebig!... Egli vuole che la conoscenza delle leggi della natura renda capace l'uomo di comprendere un essere, di cui i sensi non possono fornirci un'idea: ciò vuol dire che la ricerca, col mezzo dei sensi, rende l'uomo capace di comprendere, ciò che si impara senza il soccorso dei sensi, o che la conoscenza della natura acuisce gli istrumenti, mediante i quali si viene a percepire la verità rivelata.

Io lascio spiccare questa contraddizione, senza far motto, perchè come potrei io descrivere questo strano matrimonio tra la scienza esperimentale e la rivelazione?

Digitized by Google

Ma andiamo innanzi. Leggiamo ancora nel Liebig: « il valore della scienza sta tutto nell'essere l'intermediario al vero cristianesimo. La divinità dell'origine della dottrina cristiana consiste in ciò, che noi non dobbiamo il possesso delle sue verità e dell'idea dell'essere supremo ai mezzi tutt'affatto umani della ricerca empirica, ma ad una luce che ci viene dall'alto (9). »

Certo non si potrebbe esprimersi con maggiore chiarezza, sincerità e per guisa di offrire il fianco più aperto agli anatemi d'ambo i partiti. Il lettore vedrà subito che poco servirebbero gli apostoli, se la scienza della natura fosse la intermediaria al vero cristianesimo. Cristo cangiò l'acqua in vino e risuscitò dei morti.

E sia lunge da noi fino il pensiero d'ogni vana bestemmia. Ma questa bastarda idea, dalla quale si lasciò rimorchiare uno scienziato, come Liebig, per il bisogno di fare una conciliazione, non v'ha uomo di senno che voglia, che possa, ammetterla, poichè essa profondamente ferisce la ragione umana per le inestricabili contraddizioni, in cui ci conduce ed impastoia.

Se noi non possiamo rappresentarci il creatore senza conoscere le leggi della natura, a che ci serve la rivelazione? — Se noi non possiamo ricevere le verità più sublimi che da una luce superiore, invisibile ai nostri sensi, a che ci serve lo studio dei fenomeni e delle leggi della natura? Se Cristo con pochi pani e con più pochi pesci satollava migliaia d'affamati, la verità rivelata trionfa sulla verità naturale; ma se al contrario non possiamo, senza la conoscenza delle leggi della natura giungere alla

Digitized by Google

verità suprema, queste migliaia d'uomini non avevano fame. L'una di queste ipotesi esclude irrevocabilmente l'altra — e la conciliazione bastarda mena l'uomo di mala fede, alla menzogna, ed alla più completa confusione, quei sinceri che mascherarono il vero coi veli della tradizione.

Quando Liebig parla di leggi della natura, di fronte al suo Creatore, riesce egli intelligibile? Le leggi della natura son le espressioni più rigorose della necessità; ma la necessità esclude la creazione; — e come dunque comprendere il creatore col mezzo delle leggi della natura — come trovare intelligibile un uomo che creda in buona fede comprenderle?

Non maravigliamoci, dunque, che Liebig faccia dipendere dall'arbitrario, dalla grazia, lo sviluppo dell'umanità, poichè se ammettesse la legge del progresso, egli dovrebbe pur riconoscere che lo spirito dell'uomo più colto non può nulla immaginare che sia contrario alla natura, e allora le creazioni artistiche del genio umano mal potrebbonsi paragonare ad una vuota bolla di sapone. Secondo Liebig, Robert Peel « sarebbe stato uno strumento di cui la provvidenza giovavasi per sopprimere in Inghilterra i dazii d'entrata sui cereali! » (10).

La fede e l'esame, queste due aspirazioni dell'uomo, cercano spiegare la dipendenza dell'individuo, della specie e del corso mondiale.

Il concetto della rivelazione si distingue da quello della scienza per ciò solo che vuol legare un dato effetto a delle cause, a cui si rimonta passando sopra ad un'infinità di incognite. Questa causa fu chiamata diversamente, secondo i gradi della ci-

Digitized by Google

viltà; i Greci ed i Romani la chiamavano in un modo differente dei cristiani — la Bibbia la chiama altrimenti dal saggio. — Ma tutti sono stati spinti da un medesimo bisogno; da quello di voler rimontare più addietro nelle origini — ed insieme da quel senso di dipendenza col quale già Schleiermacher e Feuerbach tentarono spiegare la religione. Tuttavia il sapiente non sta contento a una causa remota di cui mal può farsi un'idea; per ogni fenomeno egli vuol ricercare un'origine prossima, e per ogni origine, una ragione, e così più addietro, più addietro, fino a che possano scortarvelo i sensi. Il rapporto logico tra la causa e l'effetto è la sua legge, legge ch'egli non vuol ricevere dalla rivelazione, ma conquistare colla scienza e coll'esperimento.

L'esame dunque esclude la rivelazione. — Ogni tentativo di conciliarli vien meno davanti a queste contraddizioni. Noi abbiamo veduto Liebig perdervi tutta la lucidezza delle sue idee. Voler accumulare ancor degli esempi per mostrare che insormontabile abisso separi le leggi della natura dall'idea dell'onnipotenza d'un creatore mondiale — e ciò nella terra ove Lodovico Feuerbach dettò quella sua immortale critica dell'essenza del cristianesimo — non sarebbe egli voler portare nottole ad Atene ed acqua al mare? Davvero non so se più si possa ammirare la profonda devozione o la straordinaria bujezza di mente di questi naturalisti che non si posano mai dal cercare una misura e una regola in questo lor mondo, dove un sol cenno della supposta onnipotenza potrebbe di un tratto sciogliere tutti i fenomeni della natura da ogni vincolo tra causa ed effetto.

Digitized by Google

LETTERA II.ª

Origini delle conoscenze umane.

Fino a che la scienza della natura, in Grecia, consisteva tutta all'osservare quei tre stati della materia che si chiamano *solido*, *liquido* e *gazoso*, era dogma fra i saggi della Grecia, che esistessero soltanto quattro elementi; la *terra*, l'*aria* e l'*acqua*, cui essi aggiungevano, di soprasello, il *fuoco* come quello che poteva trasformare il ghiaccio in acqua e l'acqua in vapore.

Più tardi, colla chimica moderna, coi nuovi modi d'analisi, si potè formare l'idea dell'elemento come di un corpo che i mezzi artificiali nostri non potevano più decomporre in sostanze di proprietà differenti. Allora il numero degli elementi, cioè dei corpi semplici, si fe' numeroso. Non son molti anni se ne conoscevano cinquanta; ora più di sessanta se ne contano. Una sorte analoga toccava ai pianeti e tuttodì tocca alle piante e agli animali. Mano a mano che si moltiplicano gli osservatori, va ingrossando il numero dei corpi, degli elementi, dei pianeti, delle piante, degli animali che cadono sotto il dominio dei nostri sensi.

Digitized by Google

È cosa singolare e pur vera! Uomini versati a lungo nelle scienze osano incolpare la filosofia di non ispandere la sua luce più in là del cerchio delle nozioni positive di una data epoca!

È rimprovero ben singolare per una scuola che si pompeggia, con tanta compiacenza, del nome di storica. E non era naturale, anzi necessaria cosa che la filosofia fosse l'espressione, la sintesi, dei fatti con lunga lena conquistati, dai sensi dell'uomo? Era cosa davvero naturale e necessaria, poichè ce lo dimostra, con tanta evidenza, la storia di tutti i secoli anteriori.

E per qual ragione si innalzano, così spesso, questi gridi contro la filosofia? Per null'altro se non perchè esistono ancora dotti, i quali dividono la scienza dalla filosofia.

Tutti noi sappiamo come l'umanità fattasi adulta sgusciò presto da quell'età d'oro, nella quale il pensiero più profondo era associato indissolubilmente alle cognizioni più estese. Poichè filosofare vuol dir pensare, e sapere vuol dire conoscere i fatti che costituiscono i regni della natura, dell'arte e della politica. Una volta sola si vide avverata l'unione della scienza e della filosofia, allorchè Aristotile dettò alla natura un sistema, all'arte delle leggi, alla politica dei principii. Aristotile potè farlo, come colui che aveva direttamente appreso a conoscere gli animali e le opere dell'arte e gli uomini, ed aveva potuto elaborare in pensieri generali le proprie osservazioni.

Di poi la filosofia restò sì a lungo umile ancella delle lucubrazioni dei preti e degli astrologhi, che non

Digitized by Google

riesce poi così strano se, viceversa, si tentò, in seguito, di fare che le esperienze divenissero poco meno che schiave alla filosofia.

Ora questo scindersi di due tendenze che solo unite giovano a soddisfare i bisogni di un uomo fatto maturo, ci spiega i rimproveri, pure, così assurdi, contro la dipendenza della filosofia da quanto la scienza le somministra.

Nel medio evo si abbandonò la viva natura, l'osservazione dei sensi, per gettarsi nella ridda più scapigliata della fantasia abbandonata a sè stessa. Allora i sensi ed il pensiero divennero pigmei. La povera ragione umana fu malmenata da un lato dai rigori ecclesiastici, dall'altro dai capricci eunuchi della scolastica; e parve già bel segno d' immegliamento negli spiriti ammalati, quando si videro voltar superbamente le spalle alla tradizione degli antichi, e gettarsi, con tutto il calore d' un amore novello e fecondo, su quelle misteriose parentele che corrono tra la natura rivelatrice e i sentimenti umani.

Gli occhi, diceva Paracelso, che si piacciono alle esperienze, questi sono i veri professori; ed egli, così, diede la parola d'ordine a quell' epoca, che ammirando l'anatomico belga Vesalio al paro di Lutero, scrutò per entro alle viscere dell'uomo.

Ma lunga è la via dell'esperienza e noi non sappiamo ancora quanto ce ne resti a percorrere; non dobbiamo, dunque, troppo meravigliarci che i suoi viandanti spesso imbizziscano contro gl' inesperti idealisti che loro tolgono lá luce dei fatti.

Ed era pur natural cosa, d'altra parte, che la filosofia cercasse per qualche tempo di sottrarsi alla cor-

Digitized by Google

rente di poco concludenti esperienze e tentasse di determinare, essa sola, le leggi del pensiero con quel piccolo, ma prezioso peculio dei fatti già constatati.

Allora si formarono l'astrologia e l'alchimia, e quella medicina che in migliaia d'anni ben rivelò qualche sintomo e qualche rimedio, ma a mala pena seppe formulare una sola legge. E, allora, nacque la logica sotto le vesti di formularii scolastici, nei quali, però, i migliori ingegni di Germania trovarono una via lunga e spinosa, ma, pur, una via per toccare la meta.

Noi felici! se, con questa sola dichiarazione, si potesse por fine alla lotta! Se si potesse, almeno, dire che si comprese la causa di questa separazione tra la filosofia e l'esperienza, e che quindi, ormai, è assicurata la pace tra loro!

Molti dei dotti del nostro evo, alla testa dei quali stavano Vesalio e Lutero, parteggiano per questa separazione, perchè essi credono nelle idee innate.

Dopo Kant i più s'accordarono a voler considerare la matematica come una scienza pura; essa sarebbe, a priori, una espressione dell'umano pensiero, indipendente affatto da ogni esperienza!

Si insegna perfino ai fanciulli ch'ei possono toccare le cime più elevate del pensiero, fatto libero dai sensi, pur che vogliano far capo a qualche premessa che troverebbero giacente in sè stessi, quasi proprietà della loro mente, essendo essa venuta al mondo insieme a loro e avendo solo bisogno di essere ridestata nella memoria.

Queste premesse sono chiamate assiomi dai matematici, i quali ne persuadono gli uomini e fino i

Digitized by Google

fantolini con queste proposizioni: che il tutto è più grande di una parte; che il tutto è uguale alla somma delle sue parti. Ebbene, chi ben vi pensi s' accorgerà che nemmeno queste verità possono apprendersi e credersi senza l'aiuto dei sensi; poichè il fanciullo comincia a persuadersene soltanto quando coi proprii occhi ha visto sparire un pomo tagliato in quattro spicchi e regalato ciascun spicchio a quattro compagni.

E spazio e tempo son tutt' altro che idee indipendenti dai sensi. Kant le chiama intuizioni dipendenti dalla sensibilità. Ciò non basta ancora. Lo spazio ed il tempo non sono sensazioni e nemmeno son intuizioni. Lo spazio ed il tempo sono delle nozioni che non si sarebbero mai potute trovare senza il soccorso delle percezioni dei sensi, degli oggetti simultanei e consecutivi. Anzi prima di formarsi un'idea della differenza del tempo, si dovette avere un'idea chiara dei cangiamenti nello spazio. Seguendo il movimento della sabbia nella clessidra, enumerando le oscillazioni del pendolo si trovò il mezzo di misurare il tempo coi cangiamenti avvenuti nello spazio. Viceversa, poi, la lontananza di due dati luoghi fu misurata col tempo, vale a dire, sempre, con una osservazione dei sensi, col notare il movimento dell'asticina d'un orologio o dell'ombra del quadrante o della sabbia della clessidra. Tutte queste osservazioni dei nostri sensi si dovettero premettere per poter giungere fino alla nozione dello spazio e del tempo.

Eppur, tuttavia, Liebig ci viene a parlare dei sensi sterili e ottusi dell' uomo (11) e ci sproloquia che niuno al mondo sa d'onde ci venga l' idea (12).

Digitized by Google

Fino che simili opinioni troveranno difensori, e difensori di tanto genio come Liebig, conviene che il mondo moderno si dia d' attorno solo per riconquistare quel principio elementare che pur già possedeva Aristotile: il principio cioè che tutte le verità ci vengono communicate col mezzo dei sensi e che nulla v'ha nella nostra intelligenza, che non ci sia pervenuto per la porta dei sensi.

Chi può, con una fresca ricordanza, rimontare fino ai tempi della prima fanciullezza, si ricorderà facilmente di una data epoca in cui si sentiva commosso da un impaziente desiderio di pensare. Il fanciullo aspira a diventar giovane: e l'occhio e l'orecchio sempre più avidamente cercano capacitarsi di quegli esseri nuovi, che dappertutto abbellano la terra coi loro vezzi e la loro freschezza. Ma questo pensiero, di cui d'ogni parte, ci giungono elogi entusiasti, questo pensiero non ci si vuol parare dinanzi. Il fanciullo crede di non averne, di pensiero, perciocchè egli si immagina che questo pensiero sia qualche cosa di pellegrino; poichè egli non sa che ogni sensazione, elaborata, diventa un'idea che lo acuisce e ne fa un pensatore. Certamente questa ardente brama di pensiero parte anche da qualche altra causa; a questo periodo della vita i pensieri ci sembrano più poveri, perchè vi difetta quella ripienezza di fatti, dai quali si feconda l'idea.

E tutti i fatti, l'osservazione di un fiore o di un insetto, la scoperta d' un mondo o l'esame delle passioni di un uomo, che altro sono, se non rapporti tra gli oggetti esterni e i nostri sensi? Se il rotifero possiede un occhio composto di una semplice cornea,

Digitized by Google

non dovrà egli percepire ben differentemente gli oggetti che non il ragno che gode di una lente cristallina e di un corpo vitreo? Ecco perchè le cognizioni di un insetto non sono il sapere dell'uomo. La conoscenza di questi rapporti cogli istrumenti della propria percezione segna un confine oltre il quale non può muover passo nè uomo nè Dio.

Così noi sappiamo certo, tutto, a nostro modo, e per noi: sappiamo come il sole brilli per noi, come il fiore spanda i suoi profumi per l'uomo e come le vibrazioni dell'aria colpiscano l'orecchio dell'uomo. Molti chiamarono, questo, un sapere assai limitato, un sapere tutto umano, prodotto dai sensi, un sapere che non conosce l'albero che nei rapporti con noi medesimi. È troppo poco, e' dissero: noi vogliamo sapere come è l'albero per sè stesso, per non cadere nell'errore di credere ch'egli sia proprio tale come ai sensi nostri appare.

Ma dove è egli mai quest'albero *per sè* che tanto si vuol cercare? Ogni nozione suppone un soggetto e quindi un rapporto tra l'oggetto e l'osservatore. Che l'osservatore sia poi un verme, uno scarabeo od un uomo, un angelo, pure, se ve n'ha, e chè perciò? Quando vi hanno due oggetti come l'albero e l'uomo, è giuocoforza che il primo sia al secondo in un rapporto che l'occhio avverte: senza un rapporto con l'occhio umano al quale egli manda i suoi raggi, l'albero non esiste. L'albero, esiste, in sè precisamente, anzi, per questo rapporto.

Ogni essere si conosce per la somma delle sue proprietà, e queste proprietà si risolvono, poi, in rapporti degli oggetti tra di loro.

Digitized by Google

L'acciaio è duro perchè lo si confronta col burro che è molle, il ghiaccio è freddo perchè la mano che lo tocca è calda, l'albero è verde solo per un occhio sano.

Il verde non è altro che un rapporto tra la luce e il nostro occhio, e la foglia verde in sè è tale perchè appare verde per il nostro occhio.

Ma allora si squarcia ogni sipario tra la cosa presa *per sè* stessa e la cosa qual' è *per noi*. Un oggetto essendo tale pe' suoi rapporti con altri oggetti, per esempio coll'osservatore, la conoscenza degli oggetti riducendosi alla cognizione dei rapporti, tutto il nostro sapere si riduce alla scienza di questi, ossia alla scienza obbiettiva.

Certo non escluderò poter benissimo essere falsata ed erronea l'impressione prodotta sui sensi. Ma se l'inesperto fanciullo crede afferrare colle mani la luna, non perciò egli mette in forse tutto il sapere umano, poichè l'umano sapere non è il sapere di un fanciullo, d'un uomo o di una donna, è il sapere di tutta l'umanità.

Il sapere umano non finisce in Aristotile, in Galeno, in Newton od in Cuvier, e nemmeno nel secolo decimonono; non v'ha frazione di evo che lo misuri.

Perchè? — Per una assai chiara ragione. Dapprima nel fanciullo si sviluppa la forza dei sensi. Il fanciullo impara a vedere e a toccare. Così pure l'umanità, impara, prima a paragonare la terra e l'aria secondo i caratteri loro più grossolani, e poi gli animali cogli animali, e con questi le piante; lungo tempo ella s'arresta nel contemplarne le sole forme esteriori: ed ella si è tutta felice quando riesce

Digitized by Google

a sapere per quali segni si possono chiaramente distinguere i cavalli dagli asini e perfino l'asino più grande dal più piccolo dei cavalli.

Ma dal giorno in cui l'uomo potè armare lo sguardo di nuovi istrumenti egli si mise a misurare la distanza delle stelle ed a scrutare le cellule più sottili dei visceri del cavallo.

Insomma, il perfezionamento dei sensi è la base del progresso della scienza.

Noi possediamo opere insigni sulla storia delle battaglie e dei governi, diarii esattissimi dei re, e pazienti cataloghi delle creazioni dei poeti, ma niuno ha ancor pensato a raccogliere, almeno, i materiali per una storia dello sviluppo, vero, delle idee umane. Quello che anzi tutto ci manca si è una storia dello sviluppo dei sensi.

Oh! che ricca messe toccherebbe a chi possedendo il vigore e la chiarezza dell'esposizione, e la necessaria cognizione della natura ci venisse a dettare come il telescopio spogliò la terra della sua posizione tutt'affatto privilegiata nel centro dell'universo (13); come il microscopio rivelò dall'analogia dell'ovulo e del seme la parentela tra le piante e gli animali, e come la bilancia ci ha provato la immortalità della materia, e la macchina elettrica mostrò nell'uomo l'emanazione delle leggi della natura.

Io ho già, quasi involontariamente, accennato, perchè ci manchi una storia dello sviluppo dei sensi; essa ci deve, necessariamente, mancare perchè l'umanità sta ancora svolgendo con solenne energia i fasti di questa storia. La coscienza vien dopo l'azione.

Perciò mal fanno coloro che si lagnano della

Digitized by Google

grande divisione del lavoro nella scienza. Noi siamo in un tempo in cui i progressi dei sensi nel dominio della scienza si fanno così rapidi, come nella corrente della vita. Da un lato il filo del telegrafo ci trasmette colla rapidità del fulmine, attraverso la Manica, il pensiero degl'Inglesi e le ferrovie rendono vane tutte le pastoie e le sbarre che si oppongono alla stampa e alla libertà d'insegnamento; dall'altro lato, il sapiente scopre nei rapporti fra la luce ed i corpi cristallizzati un potente alleato agli occhi ed al tatto. Con questo amminicolo egli perscruta così addentro la disposizione delle molecole di un corpo regolare, come colla corrente elettrica può studiare le più delicate azioni dei nervi, ossia degli organi coi quali gli uomini si muovono, sentono e pensano (14).

Noi conosciamo alcuni corpi le cui cristallizzazioni sono quasi identiche fra di loro di forma, ma che non si comportano, allo stesso modo, dinanzi ai raggi della luce polarizzata; questa differenza ci mostra, subito, che le loro molecole sono aggregate in modo diverso (15).

Ogni movimento provocato da un nervo del nostro corpo è accompagnato da un cambiamento della corrente elettrica propria di questo nervo: questo fatto venne scoperto con un delicato processo d'osservazione il dì 18 novembre 1847 (16).

Il perfezionamento dei mezzi d'osservazione, sopratutto quello degli istromenti di precisione opera i suoi miracoli nel silenzio del laboratorio, mentre la vaporiera muggendo, soffiando, divorando lo spazio, rende avvertiti anche i più disattenti della sempre maggiore potenza, con cui l'uomo torreggia sul globo.

Digitized by Google

La maggiore abbondanza degl'istromenti di precisione è tant'utile quasi quanto la maggior loro sensibilità e finitezza. Non sono molt'anni, dei buoni microscopii, delle buone bilancie erano un privilegio di pochi che spesso si prevalevano del loro misterioso tesoro, annunciando al mondo inaspettate rivelazioni che ben pochi potevano verificare. Oggidì i microscopii si trovano dappertutto: un osservatore d'Europa sbaglia e trova in un osservatore d'America un critico e un giudice. Nella sola Germania v'hanno più che cinquanta chimici che colle loro sensibilissime bilancie pesano i medesimi corpi, disseccati al medesimo grado di temperatura, e gli scompongono negli elementi primitivi che vengono pesati alla loro volta: con tanta copia d'osservatori noi possiamo essere sicuri che in breve scorrere d'anni noi faremo dei passi così giganteschi nella conoscenza della composizione della materia, come non avrebbe potuto nemmeno immaginare il più ardito tra i pensatori del secolo scorso. Come lagnarci della divisione delle scienze se con questo progresso nella squisitezza dei sensi vediamo accumularsi i fatti al punto che un individuo solo non è più capace di tener loro dietro? Presagiamo piuttosto un glorioso avvenire nel quale l'immenso tesoro di materiali accolti dalla nuova generazione si vedrà plasmarsi in un capo d'opera organico!

Lo sviluppo dei sensi è la base dello sviluppo dell'umana intelligenza.

Quando l'uomo avrà scoperto tutte le proprietà della materia che posson fare impressione sui suoi sensi perfezionati, egli si sarà addentrato nell'essenza

Digitized by Google

delle cose, egli possederà la scienza assoluta dell'umanità. Per l' uomo non v'ha altro modo di sapere al difuori di questo (17).

Inducendo il carattere generale dalle proprietà di molti corpi e di molti fenomeni noi giungiamo a trovarne la legge. Secondo le vecchie idee dei filosofi, i quali non vedevano che un lato solo delle cose, la legge sarebbe il principio primo dell'intendimento; l'osservazione dei sensi procederebbe da essa. La legge sarebbe una misura indipendente che lo spirito, coll'aiuto dei sensi, applicherebbe ai fenomeni. Ma così si confuse la conferma colla scoperta delle leggi.

Quando tu sceveri tutto quanto v'ha di generale fra molti fatti, tu trasformi questi in un'idea, i rapporti degli oggetti coi sensi in un rapporto col cervello. Il carattere distintivo del pensiero è di essere la creazione dell'umano cervello; esso è un prodotto della percezione o dei sensi.

Quando io estraggo l'idea generale dei fatti, esamino che diritti abbia quella a diventare una legge; se tutte le osservazioni successive concordano, la legge è trovata. Spesso a questo modo, scortato da un'idea, tu pellegrini alla ricerca di nuovi fatti e provi la presunta legge col sottomettere la sperienza a molteplici condizioni. Sempre però la base di questa idea, di questa presunta legge, era una serie di osservazioni. Così non si può trovare alcuna legge senza il soccorso dell'esperienza.

Qualcuno dirà forse che la spiegazione di una legge è un atto puro della ragione, libero da qualunque intervento dei sensi. Ebbene, ciò non è vero: una buona spiegazione si risolve in una narrazione

Digitized by Google

che rimonta di un grado nella scala dei fenomeni. Io spiego la legge dell'amore, quando descrivo la legge delle affinità, e la spiegazione è giusta quando una descrizione collima coll'altra.

Quando tutte le leggi saranno schiarite e descritte senza presentare una sola contraddizione, il mondo non avrà più segreti per l'uomo.

Da ciò deriva, per concludere, che la legge è una idea generale dedotta da caratteri sensibili. Solo coll'esperienza si pensa e si trova la legge. Mal disse dunque Liebig: » È la legge che costruisce il tutto » (18).

Finchè si crederà il mondo costrutto dalla legge, mentre la legge è il risultato del mondo ed in esso si specchia, lo spirito umano dormirà nelle tenebre e si farà un' arma dell' idea contro l'esperienza.

Fra i dotti che seguono questo falso sistema avvene alcuni, che s' immaginarono di fare una larga concessione convenendo che la filosofia abbisogna dell'esperienza, e che alla sua volta l'esperienza non può esistere senza il pensiero. Ciò non basta. Conviene che ci s'accordi che il pensiero è l'anima dei fatti, e che esso gode del solo privilegio di raccontarli e descriverli, privilegio storico, ch'egli deve tutto all'osservazione ed ai sensi. Quando l'osservazione è al medesimo tempo un'idea, quando l'intelletto discerne con coscienza, allora vien meno ogni contrasto tra scienza e filosofia. Insomma finite, una volta, di intronarci l'orecchio con questa mutua assistenza, o nuova alleanza, tra filosofia ed esperienza! L'esperienza deve fondersi nella filosofia e la filosofia nell'esperienza.

Digitized by Google

Cesseranno, allora, gli sdegnosi epiteti di ciechi manuali, di raccoglitori a mo' di formiche, con cui sì spesso s' insultano gli esperimentatori, e, a sua volta, non s'udirà più chiamar, filosofico sogno, il pensiero, che s' agita dappertutto nella materia.

Digitized by Google

LETTERA III.ª

Eternità della materia.

L'otto maggio 1790 si iniziò, a Parigi, sopra una proposta di Talleyrand, un'opera di cui le generazioni avvenire dovranno sempre più apprezzare l'influenza, perciò ch'essa arricchì i sensi dell'uomo, d'un mezzo d'analisi, cui nessun altro ha potuto sorpassare, e che per la generalità della sua applicazione non potrà essere superato giammai. La fine del secolo scorso regalò al mondo l'unità di peso, fondata sopra una base così solida, che, se per un cataclisma, dovessero sparire tutti i pesi e le misure del mondo, non ce ne troveremmo, per molto tempo, in imbarazzo.

Per trovare questa unità di peso si misurò la diecimilionesima parte di un quarto del meridiano terrestre; questa misura di lunghezza è il metro. Della sua precisione ci sono 'garanti i nomi di Coulomb, Lagrange, Laplace e Lavoisier.

Coll'unità di misura si aveva anche l'unità del peso; un dado di acqua pura i cui spigoli avevano la lunghezza d'un decimetro divenne l'unità di peso; il peso di questo cubo di pura acqua si chiamò *chilogramma*.

Digitized by Google

Dalla precisione nel peso e nella misura dipendeva parimente il progresso della fisica, della chimica e della fisiologia: la misura ed il peso sono giudici inflessibili che s'elevano al disopra di tutte le opinioni basate su osservazioni poco esatte.

Prima che Lavoisier applicasse questa fedele guida allo studio della combustione, si credeva che un *flogisto* covasse nell' interno dei corpi combustibili, e che la combustione consistesse nell' espulsione di questo corpo. Lavoisier dimostrò che i prodotti della combustione pesano molto più dei corpi abbruciati. Un tizzone, bruciando, dà luogo alla formazione di acido carbonico, acqua, ammoniaca e cenere. L'acqua, l'acido carbonico, l'ammoniaca e la cenere riescono poi più pesanti del tizzone medesimo. Il loro peso è aumentato esattamente dal peso di un elemento che esiste nell'aria e col quale quel legno si combinò nell'abbruciare. La combustione adunque non è altro che un assorbimento di ossigeno, poichè il peso dell'ossigeno aumenta il peso del corpo che brucia. Tutti i corpi, quindi, devono divenire più pesanti colla combustione.

Il peso soltanto ha fornito questa prova al genio creatore di Lavoisier. Il flogisto di Stahl, il quale avrebbe dovuto rendere i corpi combustibili più leggieri avanti la combustione, fu condannato per sempre all' oblio.

La vecchia opinione di Stahl non era già effetto d'un errore di ragionamento, ma di un'insufficiente osservazione. Questa idea di un peso negativo che doveva soccombere agli sforzi di una più attenta osservazione, non aveva però fin dal principio alcuna

Digitized by Google

ragione di esistere: una materia che rende più leggiero un corpo colla sua presenza contraddirebbe a tutte le osservazioni dell'uomo. Un flogisto che, abbandonando un corpo, ne aumenterebbe il peso, sarebbe una forza senza materia, ciò che infine non ha mai voluto dir nulla.

V'è chi si lagna, non senza ragione, che la medicina vada assai a rilento in confronto delle altre scienze; ma la causa è tutta in ciò, che la medicina non può impiegare, in tutte le sue ricerche, la misura ed il peso. E poi prima di pesare una materia, conviene ben conoscerla. Perciò dovevano i fisici ed i chimici venire in aiuto ai medici, ed assai più di questi si meritano il biasimo, quegli scienziati schifiltosi, che disprezzando gl'incerti passi della medicina e ringalluzzati per la sicurezza e precisione delle loro ricerche sulle pietre e sul ferro, sfuggono, intanto, le non lievi difficoltà che il corpo vivo oppone all'esperimento. Quei medici per altro che ignorano i progressi della chimica e della fisica o che non se ne giovano, meritano più il nome d'infermieri che di medici; essi possono ben dirsi profani alla scienza ed indegni di comparire dinanzi al suo tribunale. Ma la medicina, in tutti i tempi, piuttosto ch'essersi voluta tenere in addietro, ha avuto un andazzo di tutt'altra natura; di essersi, cioè, voluta, troppo presto, inebbriare di ogni novella scoperta delle scienze naturali.

La medicina non sarebbe ora a' quei ma' passi se i medici invece di poetare sopra sistemi più o meno verosimili, avessero potuto almeno, da cinquant'anni, esperimentare sulle bilancie e sui crogiuoli la ma-

Digitized by Google

teria viva. Chi conosce i lavori di Liebig, di Mulder, di Regnault, di Andral, sa che quei cinquant' anni han già cominciato a suonare. E certo noi intravediamo un tempo non remoto in cui un fisico esatto ed eloquente al pari del Liebig, imitando ciò ch'egli scrisse sulla pietra filosofale, darà vita e corpo agli sforzi dei medici meritandosi la gratitudine dei posteri (19).

Colla bilancia si determina la quantità dei prodotti volatili della combustione con tanta esattezza come se ne pesa la cenere. La bilancia ci insegna che l'acido carbonico, vale a dire uno dei prodotti principali dei corpi abbruciati, aumenta il peso delle piante, rabbellisce in primavera di lieta verzura le aiuole dei prati e trasforma un ramoscello in una foresta. Se noi abbruciamo gli alberi d' una foresta, una nuova corrente d'acido carbonico feconda i frutti dei nostri campi, il frutto nutre l' uomo, e l'orina ingrassa il campo. Attraverso queste mille metamorfosi la bilancia accompagna la materia.

La foresta non accumula più carbonio di quanto gliene offrono l'aria e la terra; l'aria contiene una quantità limitata di ossigeno e quindi v' è un limite anche per la combustione. Alla estensione della combustione corrisponde la quantità dell'acido carbonico, ed a questa il peso dell' erba. Noi ritroviamo poi quest' erba negli escrementi e nelle altre secrezioni della vacca. Nessuna parte dunque della materia, per piccola che essa sia, può andare perduta.

Le escrezioni dell'uomo nutrono la pianta, la pianta trasforma l'aria in principii immediati e solidi del suo corpo dei quali nutre l' animale; i carnivori vivono

Digitized by Google

di erbivori per divenire, a loro volta, preda della morte e spandere così sul mondo vegetale nuove sorgenti di vita.

A questa metamorfosi si dà il nome di ricambio della materia. È questa una sacra parola; al sol pronunciarla sentiamo destarci nel petto un senso profondo di venerazione; poichè come il commercio è l'anima dei rapporti tra gli uomini, così l'eterna circolazione della materia è l'anima del mondo.

« In un sistema, dove tutto reciprocamente è attratto e attrae, nulla può perdersi. La quantità della materia resta sempre la stessa. » (Giorgio Forster) (20).

Postochè la quantità della materia non può nè aumentare nè diminuire, le proprietà della materia sono eterne. La bilancia ha dimostrato definitivamente anche questa verità: che la materia viva non possiede alcuna proprietà per sè stessa, che tutte le vennero insieme alla materia dal mondo esteriore. Le piante e gli animali trasformano le materie con altre materie che prendono al di fuori. Così l'albero, quando cresce, come il leone, quando combatte nei deserti, attingono la loro forza e la loro attività dalle composizioni e scomposizioni della materia del mondo in mezzo a cui vivono.

Nessun elemento, propriamente detto, può essere trasformato in un altro. Il fluore è forse il corpo semplice che fra tutti in minor quantità si trovi normalmente nel nostro corpo; tuttavia egli non manca mai nelle ossa, nei denti e nel sangue. Noi sappiamo ora, per ricerche recentissime, che questo fluore ci viene pôrto dai semi dei cereali e dal latte, il quale senza fluore non sarebbe alimento completo pel poppante (21).

Digitized by Google

Il movimento degli elementi, le combinazioni e le separazioni, l'assorbimento e l'eliminazione formano il complesso delle attività del mondo. Questa attività si chiama poi vita quando un corpo, malgrado i continui cambiamenti delle molecole che lo costituiscono, mantiene inalterata la sua forma e la sua composizione complessiva (22).

Ecco perchè noi parliamo dello scambio della materia negli esseri vivi. Il corpo senza vita, la roccia, si frantuma, si decompone, perde in materia e cangia di forma. Lo scambio della materia e la disgregazione sono i caratteri che dividono i corpi vivi dai corpi morti.

Le più alte montagne, senza posa intaccate dall'acqua, dall'acido carbonico e dall'ossigeno, sono ognora in preda al disfacimento. Il protossido di ferro è una combinazione di ferro e di ossigeno che contiene meno ossigeno del perossido: quando il protossido si trasforma in perossido, assorbendo ossigeno, diventa rosso. Noi vediamo continuamente questo fenomeno quando la nera terra dei campi dopo l'aratura si veste di un color grigio rossastro. L'acqua scioglie il gesso, l'acqua calda ad un'alta pressione scioglie il feldspato, l'acqua insieme all'acido carbonico il quarzo.

Tutti questi effetti si svolgono con estrema lentezza, ma la poca rapidità è compensata dalla molta durata. L'invetrate d'una stalla s'appannano e i graniti perdono la loro lucentezza per le medesime cause che conducono alla decomposizione.

Si conosce, ormai, il peso dell'ossigeno che trasforma il protossido di ferro in perossido, quello del-

Digitized by Google

l'acqua che leva al feldspato il silicato di potassa, e quello dell'acido carbonico che occorre per spogliare la sabbia d'una parte della sua calce. Il chimico ha pesato il dente del tempo.

Il granito si scompone sotto il dente del tempo; l'acido carbonico, l'acqua e l'ossigeno sono le potenze che sciolgono in polvere le più dure roccie e le trascinano a quella fiumana che feconda nel suo corso la vita.

Quando il feldspato si discioglie, la pianta trova nel campo il silicato solubile di potassa che le è necessario per crescere. Colla scomposizione dell'apatite, così ricca in fosfato di calce ed in fluoruro, l'acido fosforico ed il fluore penetrano nell'orzo e quindi si mescolano al nostro sangue ed alle nostre ossa (23).

La distruzione è il fondamento della costruzione; il movimento non s'arresta mai e pertanto si mantiene la vita.

L'immutabilità della materia, della sua massa e delle sue proprietà, e l'affinità reciproca degli elementi che vuol dire la tendenza a combinarsi tra loro, sono le basi sulle quali riposa l'eternità della circolazione. L'eternità della materia si rivela nella roccia che cade in frantumi.

Così il dente del tempo non è una potenza distruggitrice. E, perfino, l'artista potrebbe darsi pace vedendo di secolo in secolo disciogliersi in polvere quel pezzo di marmo che lo scalpello dell'arte ha reso divino. Il marmo sta; e con lui sta la scintilla di Prometeo che saprà plasmare nuovi capolavori, conciossiachè la materia sia immortale.

Digitized by Google

LETTERA IV.ª

Il crescere delle piante e degli animali.

I negri montanari della Guinea sogliono collocare alla porta delle capanne, in anfore piene d'acqua, una certa pianta che nuota sull'onde a foggia delle *Lemne* e ricopre in abbondanza le tranquille acque dell'oceano (24). Con questa precauzione quei negri si procurano una frescura piacevole, come gli Indiani colle bagnature del suolo. L'acqua evapora rapidissimamente dalle foglie; Isert, medico danese, trovò che un vaso pieno d'acqua, contenente questo vegetale spande all'aria, in un medesimo tratto di tempo, sei volte tanto di vapore acqueo che non un altro simile vaso, nel quale mancava ogni pianta.

Questa evaporazione è una delle più potenti cause per cui le radici delle piante assorbono le materie sciolte nel terreno. Molti del volgo s'immaginano che le radici delle piante assorbano, come lo farebbe una spugna, gli umori sparsi intorno ad esse nel suolo, ma tuttavia nelle fibre più fine delle radici non havvi la più lieve traccia di conformazione spongiosa. Le materie disciolte passano nelle radici in virtù di una proprietà generale a tutte le mem-

Digitized by Google

brane dei corpi vivi, detta endosmosi; queste membrane, anche quando separano interamente l'uno dall'altro due liquidi, permettono che tra loro abbia luogo uno scambio.

Se si prenda un tubo di vetro aperto alle sue estremità e, fissata all'uno dei capi l'epidermide d'una foglia, si versi nell'interno del tubo, per l'altra estremità, una soluzione di sale da cucina, e poi si sospenda il tubo nell'aria, il sale non attraversa la membrana; ma se questo medesimo tubo lo si immerga, coll'estremità chiusa dall'epidermide, in un bicchiere d'acqua distillata, allora in poco tempo il sal di cucina passa dal tubo nell'acqua e contemporaneamente la colonna del liquido aumenta nel tubo, perchè l'acqua pura rimonta verso l'acqua salata più presto che il sale non attraversa il tramezzo per mescersi all'acqua del vaso.

Così col mezzo dell'acqua che è nel tubo, si può in un tempo relativamente breve alzare fino alla estremità superiore del tubo una parte del sale che dapprima vi giungeva appena a metà. L'acqua, passando più presto attraverso il diaframma nel senso dell'acqua salata, ricolma il tubo sino alla sua estremità superiore; se si inclini un po' il tubo, una goccia d'acqua salata si rovescia sull'orificio superiore, e svaporando lascia sull'orlo una crosta di sale. Su questa crosta sale un'altra goccia, e poi un'altra, e poi un'altra: l'acqua continua a evaporare e in pochi giorni uno dei lati del tubo è rivestito da una efflorescenza del sale.

Ora supponiamo anche l'estremità superiore del tubo turata dall'epidermide d'una foglia e riempito

Digitized by Google

il tubo d'acqua pura invece che di salata. Se si immerge uno dei suoi capi in una soluzione di sale, questo penetra nel tubo attraverso il diaframma. All'alto del tubo, per quanto l'acqua evapori attraverso l'epidermide, questa non può essere attraversata dall'acqua salata. In seguito all'evaporazione dopo qualche tempo, se la pressione dell'atmosfera sull'acqua salata non spingesse questa nel tubo, esso al disotto dell'epidermide che chiude l'estremità superiore si riempirebbe di vapor acqueo. L'evaporazione e la pressione atmosferica unite insieme agiscono come una pompa.

È facile figurarsi lo stelo di una pianta col suo prolungamento inferiore, la radice, come un tubo chiuso in alto ed in basso e da ogni lato circondato da un'epidermide. La radice funge le veci del capo immerso nella soluzione salina, lo stelo s'eleva liberamente nell'aria ed evapora l'acqua dalla sua superficie. Non solo l'affinità tra i succhi delle radici e i liquidi della terra, ma pur anche l'evaporazione insieme alla pressione atmosferica protegge il passaggio di questi liquidi nella radice (25).

L'assorbimento non si fa soltanto nelle radichette più sottili e terminali: tutta la radice è, anzi, coperta da un'epidermide che permette l'azione reciproca delle soluzioni interna ed esterna; quindi si capisce come possa una pianta evaporare da un vaso pieno d'acqua 625 grammi, mentre il vaso senza pianta ne perde appena 125. Nel caso sopra narrato, la superficie dell'acqua e le foglie delle piante unite insieme emisero 750 grammi di vapor acqueo.

Per un'analoga ragione si trovano delle efflore-

Digitized by Google

scenze saline sulle foglie delle piante, sopratutto sulle larghe foglie delle cucurbitacee, quando, dopo un grosso temporale, tutto ad un tratto ritorna il bel tempo (Ville) (26). L'acqua piovana, povera in sostanze che tien disciolte, bagnando le foglie ne attira i sali, e quando l'acqua evapora, il sale abbandonato vi resta efflorescente.

Spesso si ebbe l'occasione d'osservare sulle piante conservate nei vasi, che le foglie inferiori avvizziscono, se non sieno inaffiate o se un' apertura del fondo del vaso permetta all'acqua di farsi subito strada al di fuori. Liebig ci insegna che in questo caso i sali difettano nelle foglie inferiori. In seguito all'evaporazione dalle parti superiori, il succo salino ascende sempre più nello stelo, così che le foglie superiori sono ancor sane quando quelle più basse sono vicine a morte; le foglie avvizzite contengono solo traccie di sali solubili, mentre nelle gemme e nei ramoscelli superiori se ne trova più che l'ordinario (27).

Questi fatti mostrano che l'accrescimento si deve sopratutto allo scambio reciproco dei liquidi separati da un diaframma vegetale od animale.

Il corpo intero delle piante e degli animali è pieno di piccole otricelle o cellule e di tubi o vasi. La soluzione salina, che una cellula delle radici del vegetale sottrasse al campo, entra subito in iscambio col contenuto di una cellula collocata un po' più sopra nell'interno della pianta. Questa corrisponde mano a mano fino alle cime delle foglie e alle punte delle corolle, per una serie continua, ad altre cellule od a vasi.

Nel corpo dell'uomo questi tubi finiscono così sot-

Digitized by Google

tili che si chiamano capillari, eppure il più grande di questi capillari ha appena il diametro del più sottile peluzzo della lanuggine d'una ragazza (27 *a*). Nei vasi capillari scorre del sangue; i liquidi che trasudano dalle loro pareti nell'interno del corpo divengono i succhi nutritizii delle parti solide dei tessuti nei nostri organi. I tessuti si nutrono di sangue. L'accrescimento è un'abbondante nutrizione dei tessuti. Il sangue è un mescuglio di albumina, di grasso, di zucchero e sali. Il grasso e una parte dei sali formano il contenuto di innumerevoli corpuscoli, confermati a foggia di piccolissime lenti con una depressione nel centro delle due superficie. La sostanza di questi corpuscoli, che sono spinti dai battiti del cuore in tutte le regioni del corpo, è in un'azione continua e reciproca col liquido in cui nuotano.

Di tutti i sali del sangue quello di cucina è il più abbondante e quindi il più indispensabile nell' alimentazione. Tuttavia malgrado lo scambio che ha luogo tra il plasma e i corpuscoli del sangue, essi contengono pochissimo sale di cucina (C. Schmidt). Ciò prova che lo scambio è subordinato alla natura delle sostanze. L'affinità dei globuli del sangue per il sale di cucina è debole, quindi ne lasciano poco entrare. Noi sappiamo che già nel sangue tutta la vita riposa sovra movimenti di attrazione e di ripulsione della materia; se il sangue mancasse di quelle materie organiche che in proporzione cogli altri elementi hanno una debole affinità pel sale di cucina, i corpuscoli del sangue non potrebbero formarsi.

I vasi capillari nei nostri tessuti fanno l' ufficio dei corpuscoli nel sangue. I fini canalicoli sangui-

Digitized by Google

gni della membrana che riveste il polmone trasudano l' albumina più rapidamente dei vasi capillari del peritoneo, e questi ultimi più delle membrane del cervello (C. Schmidt). Stando alla media delle ricerche fatte finora, la sinovia sembra sia l' essudato acqueo normale più ricco d' albumina. Vengono poi in linea decrescente l'acqua del pericardio, l'acqua dell'amnios, l'umor acqueo dell'occhio, e più povero di tutti il liquido encefalo-rachidiano. Il liquido delle articolazioni, tanto nell'uomo come negli animali, contiene 45 volte più albumina di quest'ultimo. L' albumina, il grasso e i sali son contenuti nel sangue allo stato di soluzione. Tutti attraversano le pareti dei capillari sotto la pressione che sopporta il sangue circolando ne' vasi. Ma di quelle sostanze l'acqua abbandona il più presto il sangue; vengono poi i sali e molto più lentamente l'albumina ed il grasso (28).

E tuttavia i tessuti, eccettuatine il cervello ed il vitreo dell'occhio, sono più poveri in acqua del sangue. Diffatti l'epidermide, i polmoni, i reni e le glandole sudorifere sottraggono al corpo continuamente dell'acqua. Il liquido che filtra attraverso le pareti dai capillari è inspessito sino alla consistenza di carne e di ossa dalla evaporazione, dal sudore, dalla respirazione e dalla secrezione orinaria. Ma la formazione dei tessuti mediante i succhi nutritizii non è soltanto un ispessimento; questa soluzione di albumina, di grasso e di sali assai diversi contiene le condizioni necessarie per produrre le più svariate differenze di forma. In una soluzione di albumina, d'adipe e di sali si vedon prima staccarsi delle pic-

Digitized by Google

cole granulazioni, che vanno ammucchiandosi in un piccolo ammasso dal quale nasce una vescicola; questa attraendo gli strati che la circondano se li condensa intorno e se ne fa un invoglio. Così la vescicola si rinchiude nella cellula e ne rappresenta il nucleo. Per solito questo fenomeno si opera in una cellula già formata, e per lo più le nuove cellule si formano prima colla divisione del nucleo, poi colla divisione della parete. In questo caso il nucleo e le pareti delle cellule figlie devono considerarsi come forme di sviluppo delle parti corrispondenti della cellula madre.

Questa genesi delle cellule è il processo più generale secondo il quale s'organizza la materia organica; essa plasma la materia. Dalle cellule provengono i tubi e le fibre, e dalla combinazione di questi, i tessuti, le cui maglie sì variamente costrutte si svelano all'occhio armato di un microscopio. Le cellule sono ordinariamente delle vescicole chiuse da ogni lato e riempite in parte da un liquido, che attraverso alle pareti è in uno scambio continuo coi liquidi e gas che lo circondano. Osservando questo scambio nelle serie di cellule, noi sorprendiamo il meccanismo primordiale misterioso delle metamorfosi della materia la cui scienza è nata pur ora. Mentre la materia è allo stato amorfo, essa può essere organica, può avere una composizione più complicata, può tendere a decomporsi più del sal di cucina, del salnitro e dell'altre sostanze inorganiche; ma essa non diviene organizzata, se non quando in una soluzione di materie organiche si manifesta una cellula e che questa serbi e riproduca tenacemente la sua forma.

Digitized by Google

La forma delle cellule varia secondo la materia. Il tessuto composto di vescicole, di tubi, e di fibre dipende dalla struttura delle cellule donde deriva.

Ma nella genesi della forma anche le sostanze inorganiche prendono una parte molto importante, non meno importante che il grasso e l'albumina. Senza l'aiuto del ferro, i globuli sanguigni non potrebbero svilupparsi.

Ecco perchè le foglie si avvizziscono quando mancano di sali solubili; ecco perchè le galline che difettino di terre calcari hanno fragili le ossa. Chossat vide morire in sette ad otto mesi dei piccioni che si alimentavano di grani senza sabbia (29).

In genere le cellule non si producono quando manchino i sali. Senza di questi nasce solo qualche povero fungo, come quello della feccia dell' aceto, descritto dal Mulder.

Le cellule moiono quando sien divelte dal terreno materno coi succhi del quale esse scambiano i propri. Le cellule moiono « perchè, come dice Humboldt, una parte di materia viva, essendo divelta dall'organismo, non può serbare sotto le medesime circostanze esterne lo stato di composizione di cui prima godeva (30). »

La cellula non vive senza scambio di materiali, la vegetazione non può aver luogo senza una cellula viva che attinga i materiali plastici.

Le proprietà essenziali della materia, dalle quali dipende l' accrescimento, sono: l' evaporazione, che facilita alle radici dei vegetali l'assorbimento delle sostanze del terreno e fa, dei vasellini intestinali, delle radici assorbenti i succhi nutritizii, e l'affinità

Digitized by Google

elettiva, che permette il reciproco scambio degli umori attraverso un tramezzo cellulare.

Ma solo i materiali del mondo esterno determinano e fissano la direzione dello accrescimento. L'acqua si modifica a seconda delle terre, per cui trapela, e le piante variano secondo le terre e le acque. E per le piante, per gli animali e per l'uomo si è potuto formolare una vera geografia, le cui linee sono tracciate dall'aria, dalla terra e dalla luce.

Digitized by Google

LETTERA V.ª

La terra organo di creazione degli animali.

Quando si abbruci, con qualche precauzione, una pianta., non di rado ci riesce di ottenere dalla sua combustione uno scheletro, che riproduce la forma originaria del fusto. Questo scheletro è costituito dai principii inorganici, che dapprima appartenevano alla corteccia terrestre.

Una rasperella, abbruciata che sia, si riduce in una cenere che consta pressochè tutta di silice, uno dei principali componenti della sabbia.

E come le cellule variano di forma nelle piante e negli animali, a seconda della composizione dei succhi, così il prosperare delle piante e, nella prima loro diffusione, il fissarsi delle nuove specie vegetabili si connette intimamente alla qualità dei varii sali. Così la vite si distingue per la ricchezza dei sali calcari, il grano per l'abbondanza dei fosfati, la rapa per la quantità di magnesia.

Nel cavolfiore e nelle foglie di thè si trova del manganese, un metallo molto simile al ferro, e che almeno in piccola quantità gli s'associa quasi sempre.

Digitized by Google

Il tabacco, il noce, le foglie di sedano contengono salnitro. Anzi il salnitro può trovarsi in sì grande copia nel tabacco che, come narra Schoepf, nel passato secolo, nella Virginia, in tempi di guerra, si utilizzò una specie di tabacco che cresce nelle regioni basse e se ne cavava il nitrato di potassa. Cento grammi del fusto secco, inadoperabile per altro fine, diedero più di quattro grammi di puro salnitro; nelle nervature di alcune foglie di tabacco la quantità di salnitro ammonta, spesso, ad undici centesimi del residuo secco (Schloesing) (31).

Chi avverte come la magnesia non abbondi solo nelle barbabietole, ma e nelle patate e nel grano, e che la calce predomina nella vite come nel trifoglio e nei piselli, suppone, a prima vista, che quelle terre alcaline sieno con quelle specie di piante in rapporti più generali che non sieno della affinità elettiva, rapporti ben alieni dal poter risolversi in una differenza di sostanza.

In quei tempi, in cui l'uomo presumeva di ridurre i fenomeni della natura a certi preconcetti piani provvidenziali, si pretese che i silicati della sabbia servissero a dare alle piante la solidità; in grazia di quei silicati, si disse, la rasperella e la spica si librano così solidamente in sul loro stelo.

Volendo poi accordare quel presupposto concetto finale coll'altra supposizione, che la natura cerchi sempre raggiungere lo scopo per la via più breve, pretesero alcuni che la pianta assorba calce quando ne possa trovare nel terreno; ma se questo ne manchi, la pianta assorbirebbe, in sua vece, magnesia, ossido di ferro od altri corpi analoghi.

Digitized by Google

Ma, come avviene egli allora, che il licopodio contenga sì grande quantità d'allumina, mentre questa si trova in sì scarsa copia nel regno vegetale, manca anzi del tutto nella quercia, nei pini e nelle bettulle che pur crescono nei medesimi terreni? (Ritthausen, Aderholdt).

Noi troviamo il carbonato calcare, che è così diffuso nella natura, nelle cellule superficiali di alcune specie di Chare, e deficiente in alcune altre dello stesso genere (Payen). Similmente pare che la presenza della viola *lutea calaminaria* sulle colline di Acquisgrana si debba al zinco contenuto in quelle terre (Bellingrodt).

Nuove analisi ci insegnarono come nell'orzo la dose di potassa supera di tre volte la dose della soda, per quanto possa esser grande la quantità di soda somministrata al terreno (Daubeny).

Un'*erica* (la carnea) che cresce nei piani delle valli del fiume Lech è ricchissima di calce, mentre l'affine *calluna vulgaris* che vegeta nelle boscose colline del medesimo paese, e sulle sponde del fiume Wertach, è più carica ancora di silicati (Roethe).

Se la causa più influente della vegetazione non fosse la specie della materia ed invece si trattasse soltanto della più vicina, come mai un sì grande numero di piante (per esempio le patate, i fagioli, gli spinaci, l'orzo, l'avena, il nasturzio) patiscono sotto l'influenza della soda e prosperano invece sotto quella della potassa? (Chatin) (32).

Questi fatti ci provano chiaramente che la radice delle piante si aggrega i principii inorganici del terreno, seguendo certe leggi fisse di affinità.

Digitized by Google

Liebig, che non poteva appagarsi di quel rozzo concetto teleologico della solidità del fusto, mise, pel primo, in rilievo il necessario nesso tra certe specie di piante e le sostanze inorganiche del terreno. E con tutto ciò lo stesso Liebig voleva dettare come legge, che purchè le basi abbiano le medesime affinità per gli acidi, ossia contengano uguali proporzioni d'ossigeno, resti indifferente il sapere, quali principii inorganici sieno contenuti nelle piante.

Ma anche i corpi più analoghi, detti *basi* per la loro affinità pegli acidi, non si possono surrogare che in casi assai limitati. Così due basi terrose, moltissimo affini, la calce e la magnesia, sono alle volte contenute in quantità eguali nel cavolo fiore; ma altre volte, invece, vi predomina la calce, ed appena vi si trovano traccie di magnesia. In tal caso quindi la magnesia è sostituita dalla calce.

In casi più rari un principio, per l'influenza del terreno, viene ad esser sostituito da un altro assai differente. Roethe trovò come l'*aiuga reptans* che cresceva su un terreno calcare era ricchissima di calce, mentre un'altra pianta della stessa specie che cresceva in terreni argillosi, conteneva invece gran copia di silicati (32 *a*).

Nell'asperella che vegeta nei terreni calcari una gran parte della silice può essere sostituita dal carbonato calcare (33), così che un qualche arguto teleologo, visto che anche da questo sale si può ottenere la solidità, potrebbe ben iscoprire, per ambedue le sostanze in quistione, la suprema predestinazione di solidificare gli steli delle piante.

Questi esempi intanto non s'accomodano assoluta-

Digitized by Google

mente alla legge di saturazione del Liebig, poichè qui un acido debole si sostituisce da una base energica.

Dall'altra parte la potassa e la soda sono fra loro così somiglianti come la calce e la magnesia. Eppure le quercie ed i faggi contengono molta potassa e pochissima soda, anche nei terreni in cui quest'ultima si trova in quantità cinque volte maggiore (K. Bischof).

E vi hanno delle piante acquatiche in cui si rinviene molto più magnesia che calce, malgrado che il letto del rivo donde furono tolte, contenesse dieci volte più calce che non magnesia (34).

Nè mai la potassa è sostituita nelle varie parti dell'ippocastano dalla soda, nè le basi terrose dalla potassa (E. Wolff, Staffel).

Questi ed altri numerosi esempi provano irremissibilmente che non si può ammettere una legge generale di sostituzione, nel senso specialmente che solo la saturazione degli acidi esiga una determinata quantità di basi. Fra le singole specie delle piante ed i principii del suolo, domina invece una legge di affinità, che tanto qui come dovunque, non può credersi effetto di un gioco del caso.

Questo intimo rapporto dell'organismo delle piante coi sali del terreno è così stretto, che perfino quando un terreno contenga sostanze le quali entrino appena per eccezione nelle piante, vi hanno in esse delle sostanze organiche speciali nelle quali quelle inorganiche si fissano.

I tuberi delle patate, le rape, le prime foglie dei cavoli, la paglia della segala possono contenere traccie d'arsenico, quando questo corpo compaia nei ter-

Digitized by Google

reni, come spesso accade, specialmente nelle terre ricche di ferro. Ma in tutte quelle piante l'arsenico si trova sempre combinato al cellulosio, sostanza assai poco solubile che compone essenzialmente tutte le pareti delle cellule più giovani delle piante. Perciò negli escrementi di una vacca, che contenevano indigerita una gran parte del cellulosio dell'erba, furono trovate vestigia d'arsenico (Stein) (35).

Quanto più esattamente si determinino quei principii inorganici del mondo vegetale, una volta tenuti in poca considerazione, tanto più appaiono numerosi e profondi i rapporti che legano la natura delle piante al terreno od all'acqua entro cui galleggiano.

Così Schulz-Fleeth trovava in varie piante acquatique molto più di potassa che non di soda, mentre in altre piante, tolte pure ai medesimi ruscelli, la soda predominava sulla potassa.

Per quanto convenga andare cauti al formulare da pochi casi delle leggi generali, resta pur degno d'attenzione il fatto che le piante distinte pel loro colore verde chiaro, erano in quelle ricerche le più ricche in potassa, mentre quelle che erano di un colore oscuro, o vicino al bruno, vantavano una maggiore abbondanza di soda (36).

E come si comportano le varie specie di piante col terreno, così pur anche le singole parti delle piante.

In fatti nel seme predomina la potassa, la magnesia, l'acido fosforico, nello stelo il cloro, la silice o la calce, e le foglie si distinguono per la ricchezza di acido silicico, di solfato di potassa e di

Digitized by Google

carbonato calcare (37); ora siccome questa distinzione si ripete ciascuna volta per ogni pianta, forza ci è concludere che l'esistenza del seme è collegata alla presenza della potassa e dell'acido fosforico, come quella del fusto lo è alla presenza della calce, del cloro o dell'acido silicico, e quella delle foglie alla presenza del solfato di potassa.

Da questo punto di vista ogni nuova cognizione sulla presenza di certi determinati sali in date parti della pianta acquista un'importanza, che poco tempo fa mal sapevasi apprezzare.

Anche il meno pratico deve penetrarsi dell'intima connessione che esiste tra le piante ed i principii inorganici del terreno, quando sappia come quel carbonato calcare ch'egli spazza via sovente dal suo campo, è una combinazione così necessaria e così essenziale per le vecchie parti delle piante, come il fosfato calcare lo è per gli organi più giovani.

Quanto più una parte di una pianta è provveduta di sostanze albuminose, tanto più grande è la quantità del fosfato calcare che la distingue dai tessuti più poveri di albumina.

Da ciò comprenderemo perchè il seme, nel quale s'accoglie la maggiore quantità dell'albumina vegetale, sottragga al fusto il suo acido fosforico; e quest'ultimo quindi scarseggi assai nella paglia quando il grano riesce voluminoso e pesante (38).

La massa principale del vegetabile si forma coll'acido carbonico dell'aria. Una parte dell'ossigeno di questo acido è esalato dalla pianta, mentre il carbonio, col residuo dell'ossigeno, entra nella composizione delle parti più essenziali della pianta.

Digitized by Google

Fino ad un certo punto si può misurare la vivacità della vegetazione dalla quantità di ossigeno che si sviluppa in quel processo. Ma nelle piante acquatiche la secrezione dell'ossigeno e la decomposizione dell'acido carbonico cessa nelle parti verdi, quando manchino i sali che si sogliono trovare nelle acque in cui la vegetazione ha luogo (39). Questi sali fanno le veci dei principii inorganici del terreno.

Senza le sostanze inorganiche non si possono quindi plasmare nè stelo nè foglie.

Gli animali, per questo lato, sono analoghi del tutto alle piante. Il sangue dell'uomo e dei vertebrati non si potrebbe formare se la terra, col mezzo delle piante, non gli somministrasse del ferro. E senza fosfato calcare non potrebbero ingenerarsi le parti albuminose degli animali, appunto come nol possono quelle dei vegetabili. Il fosfato calcare costituisce circa la metà delle nostre ossa.

Il rame fa nel sangue della lumaca l'ufficio che fa il ferro nel sangue umano (Harless, Von Bibra). Nel sangue del nicchio degli stagni *(anodonta)* il carbonato di calce fa quell'ufficio che funge il fosfato nel sangue dei vertebrati (C. Schmidt).

Così noi troviamo carbonato calcare nelle parti dure, nelle punte, nei gusci, negli astucci di echinodermi, polipi e molluschi, mentre invece le ossa ed i denti dei vertebrati devono al fosfato calcare la loro durezza.

Il solfato di soda, il sale di Glauber, distingue le ossa dei pesci e degli anfibii. Il fosfato di magnesia abbonda invece nei denti dei pachidermi (Von Bibra).

Le specie ed il genere, come lo sviluppo dei sin-

Digitized by Google

goli tessuti degli animali e delle piante, son dunque necessariamente collegati alla presenza e alle combinazioni di certi dati sali.

Nella dura corteccia della terra s'accolgono le prime condizioni che determinano la diversità dei suoi abitatori.

La corteccia del nostro globo contiene, in grande copia, le sostanze inorganiche che formano la maggiore parte dei principii essenziali del terriccio.

Quelle sostanze sono stipate profondamente, nei monti e nelle rupi, ora molli ed informi, ora in duri cristalli. Quei monti dirupati non ci offrono soltanto i martelli e le incudini, il marmo e l'oro, così necessario pei nostri operai o pei nostri artisti. Essi ci offrono di più, nelle lor sostanze inorganiche, preziosi stromenti, per plasmare le materie organiche in piante ed in animali popolatori del mondo.

Sotto all'avvicendarsi del calore e del freddo screpola la roccia; ed il freddo e pesante tappeto delle nevi alpine spacca alfine le montagne.

I ghiacciai scivolanti, i rapidissimi rivi, e le cadute di acqua sono martelli enormi che spostano dalle loro commettiture le roccie e ne sgretolano le cime. Non v'è sosta, non riposo nella natura. La potenza di distruzione comincia dalla goccia, che scava colle ripetute cadute l'arenaria, e va fino all'acqua spumante e fragorosa, fino alle masse poderose dei ghiacciai e delle tuonanti valanghe che riducono in frantumi il granito.

Nemmeno la roccia può sfidare l'eternità.

Il monte si riduce in frantumi, i frantumi in polvere. I torrenti trascinano la polvere al piano e

Digitized by Google

così concimano il campo, fornendolo delle sostanze necessarie per la nutrizione delle piante.

Nella Wetteravia, nell'Estremadura, vicino a Redwitz (in Baviera) si trovano immensi depositi naturali di fosfato calcare (Bromeis, Daubeny) (40). Il minatore che scava quei fosfati, estrae, senza saperlo, qualche cosa di meglio che l'oro, egli estrae grano e uomini. Noi sconvolgiamo le ime viscere della terra per aumentare la potenza dei sensi e del pensiero umano. E così il minatore scava un tesoro cui il villano pone in circolazione, dando la prima spinta alla rota del tempo. Il minatore col sudore della fronte e col pericolo della vita si guadagna un povero pane ed ignora, certo, quante volte ebbe nelle sue mani il materiale d'una testa sublime: eppure forse, coll'umile lavoro ei poneva spesso interi secoli in tumulto.

Digitized by Google

LETTERA VI.ª

La circolazione della materia.

Assai facilmente noi cadiamo nell'errore di cavare da un fatto solo delle troppo generali conclusioni. Da questa facilità, a cui tutti noi più o meno andiamo soggetti, dipendono le strane e rozze distinzioni con cui tentiamo aiutare la nostra intelligenza.

Benchè quelle distinzioni sieno indegne d'essere accolte nel regno della scienza, pure è innegabile che tutti quei tentativi di spezzare la catena dei fenomeni, di arginare il torrente circolante della vita distribuendolo per varii rivi, giovarono a promuovere nuove osservazioni e nuovi pensieri.

Questa sorte toccò alla teoria di Ingenhousz, secondo la quale le piante vivrebbero soltanto di sostanze inorganiche.

In seguito alle ricerche analitiche di Senebier, si trovò che le piante, alla luce, decompongono l'acido carbonico cui le foglie sottraggono dall'aria, e si precisò l'aumento di peso cui va soggetta la pianta pel carbonio che si residua in essa. Si venne così all'importante deduzione che la pianta toglie dall'aria il precipuo materiale del suo corpo. Perciò per molto tempo si chiamò il carbonio *fitogeno* ossia produttore dei vegetali.

Digitized by Google

Certo la pianta, oltre lo zucchero e la cellulosi, oltre l'amido, il grasso e la cera, che tutti sono composti di carbonio, idrogeno ed ossigeno, contiene pure dell'albumina, la quale, oltre dei citati principii, consta anche di azoto.

Ma anche l'aria contiene dell'azoto, e non solo libero, ma combinato coll'idrogeno nell'ammoniaca. Questa ammoniaca è fornita alla terra dalla rugiada e dalla pioggia, ed è assorbita dalle radici.

La pianta trova i suoi sali e l'acqua nel terreno.

E quindi ci è forza di ammettere che le piante possano in certe circostanze vivere esclusivamente di sostanze inorganiche. Acqua, acido carbonico, ammoniaca e sali sono sostanze che per la semplicità della loro composizione o per il decomporsi delle loro combinazioni nei medesimi principii donde originaronsi, possono, come corpi inorganici, opporsi alle combinazioni complicate dette *organiche*, prodotte dalle piante, dagli animali, oppure artificialmente.

Infatti, i licheni che serpeggiano sui vecchi muricciuoli vivono di sole sostanze inorganiche, di aria e di sali.

Per contro, la più comune esperienza ci insegna che nè l'uomo nè alcun animale superiore può vivere soltanto di aria o di sali.

Molto giustamente quindi si asserisce che la pianta riduce in forme organiche l'aria e la terra. E quella tendenza ai contrasti, cui le idee teleologiche sì bene alimentano, fece attribuire alle piante la sola missione di assimilarsi le sostanze inorganiche, per tramutarle in alimento organico adatto all'animale.

La pianta, dicevasi, vive di sostanze inorganiche,

Digitized by Google

mentre l'animale abbisogna di alimenti organici. Con questa formola si faceva risaltare il contrasto, e per metterlo ancora meglio in evidenza si commetteva alla pianta la proprietà di elaborare per suo alimento, esclusivamente, l'aria ed i sali.

Ma la combustione, cui le piante e gli animali vivi e morti vanno soggetti per la continua azione dell'ossigeno, non va direttamente fino alla formazione dell'acido carbonico e dell'acqua. Le foglie cadenti, le stoppie, il sovescio, i cadaveri, i concimi, aiutano a formare il terriccio. Essi impregnano il terreno di sostanze organiche.

L'acido umico, l'acido crenico e l'apocrenico constano di ossigeno, idrogeno e carbonio, e non mancano mai in un buon campo coltivo. Nel suolo questi acidi son collegati coll'ammoniaca. Il crenato di ammoniaca è un corpo che consta di azoto, carbonio, idrogeno ed ossigeno. Nell'apocrenato di ammoniaca questi principii si trovano quasi nello stesso rapporto come nell'albumina (41) (Berzelius, Mulder). Perciò sembrava naturalmente spiegarsi come il lichene, povero di azoto, cresca sulle nude rupi, mentre il grano, ricco d'albumina, abbisogna di concime efficace per l'azoto in esso contenuto.

Ingenhousz e Liebig attribuivano tuttavia l'azione fertilizzante alle sole sostanze inorganiche del concime. E siccome il concime ed il terriccio sono miscugli di varii corpi, così l'asserzione che l'acido umico e l'acido crenico nutrano, come tali, le piante, esigeva una prova immediata. De Saussure l'ha fornita. Egli pesava la quantità di umato di potassa che penetra in una pianta sana. Io stesso ho osservato il trapasso

Digitized by Google

dell'umato potassico nei bulbi e nelle fibre della radice dello zafferano. Malaguti, or ora, pesava la quantità di ulmato di ammoniaca cui sottrae dal terreno il cardamino pratense, e determinava pure l'aumento di peso che notasi nelle piante sotto la influenza benefica dell'ulmato, in paragone ad altre che difettano di questo principio alimentare (42).

Mulder e Soubeiran hanno provato, con esperimenti, il vantaggio che apportano le soluzioni delle sostanze organiche del terriccio. Quindi è naturale cosa, che quelle pianticelle che noi diciamo muffe, ed i cui affini sono sì ricchi d'azoto, prediligano i terreni organici. Nella carie secca del legno, le sostanze organiche, le quali formavano prima le cellule del legno, si mutano nelle cellule di un fungo i cui filamenti scalzano a poco a poco il legno. Nelle muscardine (la nota malattia del baco da seta), dai globuli del sangue del bruco, si sviluppa un fungo. Un innesto di pochi funghi può guastare lo zucchero; quello straterello rosso che talvolta ricopre lo zucchero guasto, è formato da alcune specie di un genere nuovo di quelle pianticelle (43).

Quanto più una pianta genera albumina, tanto più abbisogna degli acidi organici del terriccio. Noi sappiamo da Mulder, che questi acidi si distinguono specialmente per la loro affinità coll'ammoniaca, dalla quale l'albumina deriva l'azoto.

E malgrado ciò, Liebig s'ostina nella opinione, che il concime giovi solo per le materie inorganiche ch'egli contiene (44), anzi, giunge fino a credere abbandonata del tutto la teoria sostenuta con tante prove da Mulder, Malaguti, Johnston e Soubeiran, secondo

Digitized by Google

i quali il terriccio giova anche per i principii organici (45). Liebig dice: « le radici delle piante marittime non possono sottrarre o assorbire nutrimento dal terriccio. (46) » E perchè no? Mancano forse nel mare le occasioni d'infradiciamento per la cui opera trasformansi le piante morte in acido umico, crenico ed apocrenico? Ma, ammesso anche mancassero, ne risulterebbe soltanto che il *Macrocystis pyrifera* ed altre piante marittime, analoghe ai licheni, vegetano senza terriccio. Ma da questi esempi tuttavia non può dedursi che l'acido umico non giovi come nutrimento ad altre piante. Sarebbe come sostenere che noi non viviamo di carne per la ragione che i Groenlandesi vivono di pesce, e molti isolani del Mare del Sud nutronsi solo dei frutti dell'artocarpo.

Ma Liebig soggiunge: « La calce giova; ora essa non gioverebbe se veramente l'acido umico facesse tanto pro, essendo che la calce scompone l'acido umico (47). » Liebig qui scambia per una prova un semplice argomento di probabilità. Se, sotto certe circostanze, la calce giova più dell'acido umico, non perciò questo è sempre inattivo.

Oltrecciò la calce lascia intatto l'umato di ammoniaca. Anzi essa può combinarsi coll'acido umico. Liebig stesso, tentando di determinare la quantità dell'acido umico che potrebbe passare nelle piante, prese il punto di partenza dalla quantità della calce che può unirsi ad esso. Sembra quindi che la calce non debba distruggere completamente l'acido umico. Il sale calcare di questo, secondo Liebig, sarebbe perfino ed il più diffuso, ed il più ricco fra gli umati (48).

Digitized by Google

Per colmare la misura delle contraddizioni, Liebig si pronuncia contro ogni influenza dell'acido umico, col pretesto che la quantità di calce trovata nelle piante, è troppo piccola per poter introdurre una quantità sufficiente di quell'acido umico che la stessa calce, secondo lo stesso Liebig, dovrebbe distruggere!

L'umato di calce, dice più lungi Liebig, è una combinazione che per essere sciolta, esige tanta acqua che tutta la pioggia del cielo non basterebbe ad offrire alla pianta una proporzione notevole del carbonio che le occorre, sotto forma di acido umico.

Certo questa obbiezione avrebbe grande valore, se vero fosse che l'umato di calce è il più diffuso dei sali umici. Ma il fatto non sta. — Non solo l'umato d'ammoniaca si trova in copia maggiore nei campi, che non l'umato di calce, ma la combinazione dell'acido umico coll'ammoniaca, di più, è sì tenace, che l'acido solforico, uno degli acidi più energici, non può decomporla completamente (Mulder).

Ora l'umato di ammoniaca è così facilmente solubile nell'acqua, quanto difficilmente invece lo è l'umato calcare. Quest'ultimo richiede per sciogliersi duemila volte la quantità d'acqua bastevole per sciogliere l'umato ammoniacale.

Tra le altre obbiezioni che fa Liebig all'utilità del terriccio v'è questa, che si può fino ad un certo punto aumentare la quantità di carbonio d'una pianta, col somministrarle delle sostanze che non contengano punto carbonio (49).

Il fatto è vero, non regge però come obbiezione.

Dopo le analisi di Cloez e Gratiolet, noi sappiamo con certezza, che le piante, senza la presenza di

Digitized by Google

sali adattati nel terreno, non possono decomporre l'acido carbonico dell'aria, nè assimilarsene il carbonio. E perchè questi sali sono utili, vorrà concludere Liebig che l'acido umico nol sia? Per la stessa logica non gioverebbe l'acido carbonico, non l'acqua, anzi nemmeno frutterebbero i sali, ad eccezione di qualcheduno che si può, come meglio aggrada, trascegliere tra i principii inorganici delle piante. Questa è la falsa via in cui va a smarrirsi, chi ostinasi a sostenere delle teorie con le analogie e non con le prove. Qui sta la tenacia di simili errori, poichè le analogie e le probabilità spuntano come funghi da terra, e se ne trovano di belle e pronte per ogni qualunque ipotesi.

Io ho finora combattuto alcune delle precipue, ma non tutte ancora le argomentazioni, cui Liebig seppe abbellire col fascino di una splendida esposizione. Noi dobbiamo ora prendere ad esame un'altra importante obbiezione.

« La quantità di carbonio, che ci porge un prato od un bosco d'area eguale, non dipende per nulla, dice Liebig, dalla somministrazione di un concime ricco di carbonio (50). »

Se non che, noi chiederemo come mai prova egli questa sua sentenza.

Introducendo l'umato di ammoniaca, non solo s'accresce il prodotto di carbonio, ma — e ciò monta di più — si fornisce anche al campo una combinazione assai opportuna di *azoto*, idrogeno, ossigeno e carbonio.

Il concime dunque giova alle biade ed ai legumi non solo perchè aumenta e completa i sali del ter-

Digitized by Google

reno, ma perchè contiene le combinazioni ammoniacali di acidi organici che assai favoriscono la produzione dell' albumina, di quella sostanza azotata, cioè, cui tanto prendiamo in mira nella coltivazione.

Niuno mai finora credette che le piante cavassero dal terriccio una grande, anzi, la più grande parte del loro carbonio.

De Saussure, quel dotto e serio partigiano della nutrizione organica delle piante, avea bensì provato che in una terra fertilissima di giardino, le piante dovevano al più $^1/_{20}$ del loro peso alle sostanze organiche del terriccio (51).

Ma provato che sia come la pianta deriva la più piccola parte del suo carbonio, dall'acido umico, crenico ed apocrenico, forza è convenire ch' essa almeno qualche poco ne tragga.

Lo stesso Liebig, trascinato dalla evidenza dei fatti, finiva col concedere al terriccio od *humus* un po'di importanza, sotto specie che esso somministri carbonio alle piante. L'importanza starebbe in uno sparagno di tempo, in un più rapido incremento e sviluppo. « In tutti i casi, per il terriccio, si aumenta la produzione del carbonio. Nell' arte agricola, il tempo, dice Liebig, dev'essere assai calcolato, e per questo l'*humus* ha un gran valore per la coltura dei legumi (52). »

Ma una volta che ciò venga ammesso, non regge più l'asserto che la quantità di carbonio che rende un prato o un bosco sia indipendente dall'aggiunta di concimi ricchi di carbonio.

È chiaro che Liebig non può sottrarsi ai fatti, nè può logicamente dissimulare l'utilità dell'*humus*, come

Digitized by Google

sorgente di carbonio. Ma ciò, non ostante, egli non vuole rinunziare alla teoria che le piante nutransi esclusivamente di sostanze inorganiche. Liebig vuole che l'acido umico, prima di essere assorbito dalle radici, sia decomposto, per una progressiva putrefazione, in acido carbonico ed acqua.

L'acido carbonico del terreno così completerebbe l'acido carbonico dell'aria, sciorrebbe i fosfati terrosi del suolo, formerebbe dei bicarbonati, e renderebbe solubili i silicati per sè insolubili. Quindi si aumenterebbero le fibre delle radici, poi mediatamente le foglie e per esse si accrescerebbe l'assorbimento dell'acido carbonico dall'aria (53).

È un fatto incontestabile, che una parte degli acidi organici si riducono, colla progressiva putrefazione, in acqua ed acido carbonico. Ma appunto perchè la putrefazione è una lentissima combustione, i sali ammoniacali degli acidi organici sono sparsi, in copia maggiore, nei terreni coltivi. Certo è, che essi, come tali, penetrano nelle piante. E Liebig stesso, malgrado alle sue contraddizioni, provava che esse loro giovano per l'introduzione del carbonio. Niuno agronomo potè, finora, con proprie esperienze mostrare che tutto l'acido umico prima dell'assorbimento si decomponga in acqua ed in acido carbonico. Wiegmann e Mulder, anzi, provarono con fatti, che nè l'acido carbonico, nè l'ammoniaca possono sostituire l'azione dell'acido umico (54).

« Dando al suolo l'ammoniaca ed i fosfati, così necessarii alle biade, noi provvediamo a tutte le condizioni di una ricca messe, perchè l'atmosfera è un magazzino inesauribile di acido carbonico (55). »

Digitized by Google

Ecco il ritornello favorito da Liebig. L'aria, ei dice, offrendo carbonio in immensa copia, non occorre che il terriccio ne fornisca di più; quindi l'acido umico non ne fornisce punto nè poco. Gli è il vecchio cardine dei concetti finali, innanzi a cui tutto è probabile e nulla è provato.

Basta la nuda e semplice esposizione di siffatti argomenti per poter risparmiare qualsiasi confutazione. Liebig in un'operetta popolare aggiungeva che la teoria dell'*humus* era ormai abbandonata da tutti. Eppure Saussure e Johnston, il primo chimico agronomo di Inghilterra, e Mulder e Soubeiran e Malaguti ammisero ed ammettono l'importanza dell'umato ammoniacale, e la provarono, non col peso della loro fama, ma coll'autorità inappellabile dei fatti.

Ora abbiamo trovato che gli acidi umico, crenico, ed apocrenico penetrano nelle radici, specialmente in combinazione coll'ammoniaca, che l'apocrenato ammoniacale contiene azoto, carbonio, idrogene ed ossigene in proporzioni quasi identiche dell'albumina; ma dunque l'ammoniaca del terriccio dev'essere, per lo meno, tanto utile ai raccolti quanto il sono gli acidi organici. L'ammoniaca anzi è più importante, poichè la pianta deve senza dubbio la maggior parte del suo azoto all'ammoniaca, come invece il più del suo carbonio deriva dall'acido carbonico dell'aria. Perciò grande fu il merito di Liebig, dello averci appreso che l'ammoniaca trovisi nell'aria e nella pioggia.

La quantità dell'ammoniaca dell'aria è variabile assai, imperocchè l'acqua ne è così avida che ogni pioggia sottrae all'atmosfera pressocchè tutta l'ammoniaca.

Digitized by Google

Pertanto ogni pioggia, e più ancora ogni acquazzone, arricchisce la campagna, di quel composto azotato che tanto giova alla nutrizione dei vegetabili.

Le piogge, dunque, non solo giovano loro col disciogliere le sostanze contenute nel terreno, ma ancora col porgere direttamente nuovo e precipuo alimento.

Mulder scoperse un'altra e più ricca fonte di ammoniaca che scaturisce dal terreno stesso e che invano fu negata da Liebig (56).

L'idrogeno, allo stato nascente, ha la proprietà di combinarsi coll'azoto condensato, in un composto che è appunto l'ammoniaca.

Il ferro è un elemento, l'acqua una combinazione di idrogeno ed ossigeno. Se noi mescoliamo l'acqua col ferro, questo sottrae l'ossigeno a quella. Ne nasce la ruggine, che è un composto di ossido di ferro e di acqua, e l'idrogeno va sprigionandosi.

Tutti i miscugli polverulenti o porosi condensano i corpi gazosi, per esempio, l'azoto. La limatura di ferro è una di queste polveri porose.

Se noi aggiungiamo dell'acqua alla limatura di ferro, otterremo qualche cosa più che della ruggine. L'idrogeno si svincola dall'acqua e trovandosi allo stato nascente, si combina coll'azoto che si è condensato nelle porosità della limatura, e quindi forma dell'ammoniaca.

Il campo coltivo fa la parte e dell'acqua e della limatura di ferro. Esso condensa nei suoi pori l'azoto; le materie infradiciate dell'*humus* sono fonte continua d'idrogeno, il quale, trovandosi allo stato nascente, si combina coll'azoto condensato.

Digitized by Google

L'umato di ammoniaca non può, dunque, mancare in un buon campo.

Ma nell'umato di ammoniaca l'aria, e la terra, ed i residui fradici delle piante e degli animali, si associano per fornire la sostanza nutriente che meglio conviene ad un buon raccolto. L'aria fornisce l'ossigeno che promove la putrefazione, la quale è, infine, una lenta combustione. Ed è l'ossigeno che fa sviluppare dai corpi putrefatti l'idrogeno. L'idrogeno in stato nascente, incontra l'azoto che venne condensato dalle zolle porose, e forma con esso l'ammoniaca. L'acido umico poi si sviluppa dalla putrefazione delle piante e degli animali.

L'umato d'ammoniaca è una delle più preziose sostanze nutrienti del grano e delle leguminose, che ci forniscono i migliori alimenti vegetabili; perchè egli, facilmente, si trasforma nell'albumina, quella complicatissima combinazione di azoto, carbonio, idrogeno ed ossigeno che dà il primo impulso alla vita delle piante, alla metamorfosi della materia.

L'albumina solubile, e le sostanze analoghe ad essa, preparano la soluzione della fecola dei semi e delle radici, cioè la mettono in movimento. Questo moto determina il germoglianento.

Spuntano appena fuor di terra le prime verdi e molli erbette, e già incomincia l'assimilazione dell'acido carbonico dell'aria, il quale coll'aiuto dell'ammoniaca, dell'acqua e dei sali, trasforma quella pur mo' nata fogliuzza in cespugli ed in selve.

La scomposizione dell'acido carbonico che rende possibile la vegetazione, ha luogo in tutte le parti verdi delle piante che sono esposte all'azione della

Digitized by Google

luce. Anzi la decomposizione non si arresta alle sole parti verdi. Anche le foglie gialliccie del vischio che scorrazza, parassito, pei frutteti, decompongono l'acido carbonico (Luck) (57).

L'acido carbonico viene fornito dalla respirazione degli animali, dal legno e dal carbone, che noi abbruciamo. La pianta ritorna questo carbonio alla circolante fiumana della vita.

Ma il carbonio non può assimilarsi, quando alla pianta manchino i sali del terriccio o l'ossigeno atmosferico. Le foglie verdi non decompongono più l'acido carbonico, quando loro venga meno l'ossigeno (T. de Saussure) (58). L'aria e la terra cooperano a render utile l'acido carbonico, che senza il loro soccorso si accumulerebbe, con danno dell'uomo e degli animali.

Come il grano sui campi, così il gregge raccoglie sui prati l'ammoniaca e l'acido carbonico, ma li trova già trasformati in albumina, sotto una forma, cioè, che più particolarmente giova all'umana alimentazione.

La produzione dell'albumina e del grasso, e l'accumulo dei sali nutritizi è lo scopo precipuo così dell'agricoltura che della pastorizia.

Lo stesso carbonio e lo stesso azoto cui le piante cavano dagli acidi carbonico ed umico e dall'ammoniaca, diventano successivamente gramigne, trifoglio, grano, animale erbivoro ed uomo, per decomporsi poi di nuovo in acido carbonico ed acqua, in acido umico ed ammoniaca.

Qui sta tutto il mistero, pur sì naturale, della circolazione della vita.

Digitized by Google

Liebig trova maraviglioso che l'azoto del nostro cervello ed il carbonio del nostro cuore abbiano forse appartenuto ad un Negro o ad un Egiziano dei secoli che furono. Ma una siffatta migrazione è l'effetto più naturale del circolare della materia.

Ben invece è prodigiosa questa eternità della materia, in mezzo ai tramutamenti delle forme; prodigioso questo scambio, di una forma nell'altra, che è la base fondamentale della vita terrena.

Gli sforzi dell'uomo si accalcano per mille sentieri che tutti riescono in quel circolo come i raggi di una ruota. Il lavoro pare più vicino o più lontano dal centro, secondo i progressi del sapere.

Quanto più noi siamo vicini al centro, quanto più chiaramente comprendiamo che coll'indurre un'adatta combinazione di acido carbonico, ammoniaca, sali e di acido umico ed acqua, noi lavoriamo per il più sublime sviluppo, cui l'uomo possa aspirare; e tanto più belli riescono gli sforzi che tendono a ricondurre, per la via più corta, nell'intreccio del circolo il movimento vitale degli elementi.

Tale è l'opera stupenda della creazione, di cui, tuttodì, noi siamo spettatori. Essa non lascia invecchiare nulla, e nulla smarrire. La pianta, l'aria, l'uomo e l'animale, si danno la mano, si rigenerano, si sviluppano, si riannobilitano, a vicenda. Ogni individuo soccombe olocausto sacro della specie, e la morte stessa riesce una dimostrazione dell'immortalità del circolo.

Digitized by Google

LETTERA VII.ª

Le piante ed il terreno.

Abbruciando alcune foglie di thè voi potete riconoscere, al solo colore delle ceneri, se abbiate dinnanzi un thè di China o di Giava. Quest'ultimo, per la dose maggiore di ferro che contiene, dà ceneri assai più intensamente colorite in rosso. Anche l'infuso di thè di Giava è più oscuro del Chinese, perchè l'ossido ferroso forma una combinazione, di un bleu scuro, coll'acido tannico delle foglie (Mulder).

Chiaro è che l'abbondanza di ferro, nel terreno di quell'isola, è causa di tale differenza, e se nell'Alabama, nella Georgia, nella Carolina Meridionale e perfino nel Brasile, la pianta del thè non raggiunge i pregi del thè Chinese, noi ne dovremo ricercare la causa nel terreno.

La fina rapa di Teltow perde tutto il suo gusto, abbandonate le native sabbie; e nelle terre ubertose del Reno si trasforma in grossi tuberi in cui il Berlinese non ritrova più il prediletto suo camangiare.

E come la rapa ed il thè, così mutansi la vite ed il tabacco. Niuno è ancora riescito a riprodurre in America, con viti europee, un vino analogo a quello del Reno (59). L'Havana si è poco a poco degenerata in Giava.

Digitized by Google

Questi fatti, assai bene, si spiegano per i rapporti costanti che esistono tra gli elementi organici delle piante ed i sali del terreno.

La qualità del terreno può far sì che un albero medesimo ci porga mandorle ora dolci ed ora amare. Liebig notò come col solo cambiamento del terreno si ottenessero mandorle dolci in luogo delle amare. Nelle prime manca l'amigdalina, la quale per un fermento che si ritrova in tutte le mandorle, si trasforma in zucchero acido cianidrico ed olio di mandorle amare. Cangiata la nutrizione, la metamorfosi prende nell'albero un'altra piega, così che ora vi è amigdalina, ed ora no; come accade nell'urina umana, che contiene acido urico sotto un vitto eslusivo di carni, e sotto l'alimentazione vegetale contiene anche acido ippurico.

Le patate, che germogliano nelle cantine, contengono un corpo velenoso, capace di combinarsi cogli acidi. Un alcali organico che si sviluppa nello interno della pianta, vi tien luogo degli alcali e delle basi terrose, cui i tubercoli giacenti sul suolo non potrebbero assorbire.

L'albero della China-china contiene nelle sue corteccie una quantità tanto maggiore di chinino unito all'acido chinico, quanto più il suo terreno scarseggia di calce. Così pure l'acido meconico dell'oppio può venire sostituito dall'acido solforico.

Secondo una scoperta degna d'attenzione, i vini contengono jodio. Questo elemento però, in Francia, abbonda più nei vini che crescono sulle colline granitiche del Beaujolais e di Macon, mentre scarseggia in quello che proviene dalle terre cretacee della Cham-

Digitized by Google

pagne. Il vino di Bordeaux degli strati terziarii della Gironde, è più povero in jodio dei vini che si raccolgono nelle crete verdi, distese da Caorsa alla Roccella (Chatin) (60).

Il nasturzio che prospera nelle acque correnti è ricercato come farmaco, venendogli gran parte della sua virtù medica dal molto jodio, cui le sempre nuove ondate gli vanno cedendo; ciò non accade più del nasturzio che si raccoglie dagli stagni e dalle acque morte (Chatin).

Il vantaggio del maggese, dell'avvicendamento, del concime minerale, l'utilità del gesso, della marna, dell'ossa attestano quei molti rapporti che legano il terreno alle piante; rapporti cui ben conosceva già da tempo la pratica, prima che la scienza tentasse spiegarlo.

Anche il terreno più ubertoso alla fine resta esaurito. Tutti sanno come la vite abbisogni di potassa. Berthier ci apprese come questa potassa trovasi, però, in assai piccola quantità nei grappoli, in grandissima invece nelle foglie e nel ceppo (61).

Boussingault scopriva che le patate, i cereali, e le barbabietole cavano più potassa dal terreno che non ne cavi la vite (62). Ma la potassa, ad ogni modo, è indispensabile per l'esistenza della vite; e tanto più che lo zucchero delle uve viene ad essere, secondo Liebig, aumentato dai carbonati alcalini del fimo.

Le patate, sottraendo al terreno la potassa, danneggiano le viti che crescono vicino a loro; esse ne deviano una fonte necessaria alla loro esistenza.

Il grano sottrae, in uno stesso periodo di tempo e

Digitized by Google

su un uguale spazio di terreno, cinque volte più di potassa e di acido fosforico che non una foresta di faggi. I pini esigono invece appena un poco più della metà di quelle sostanze che occorrono al faggio.

E qui si appare un importante contrasto tra l'agricoltura e la silvicoltura. Il grano sottrae di preferenza al terreno l'acido fosforico e la potassa, il bosco invece gli ruba la calce (Fresenius) (63).

Salm Horstmar ci insegna che l'avena, quando difetti di ferro, perde del suo colore verde, si fa clorotica, nè più fiorisce o fruttifica (64).

Il fluoruro di calcio danneggia l'avena (65), ed entra nella composizione dell'orzo. Il cloruro sodico, che è malefico alla saggina, convien invece all'orzo ed all'avena quando venga mescolato all'*humus* (E. Wolff) (66).

Secondo Isidoro Pierre, il gesso, i nitrati di potassa e d'ammoniaca ed il solfato di soda, sono i migliori concimi minerali del trifoglio, e quindi malgrado il costo dei nitrati, sono i più profittevoli (67).

Il carbonato di potassa è ottimo concime per le barbabietole alle quali esso aumenta lo zucchero, che vi scema col concime animale, il quale vi eleva, invece, la quantità dei nitrati (Herth) (68).

Il fatto che i semi delle nostre biade vanno sì ricchi di glutine (sostanza azotata), di acido fosforico e magnesia, indusse Pierre ad investigare, se si potesse aumentare il prodotto dei raccolti coll'aggiungere ai concimi un sale doppio che riunisse in sè l'acido fosforico, la magnesia e l'azoto, sotto forma di ammoniaca. Si verificò infatti, che 150 a 500 chilogrammi

Digitized by Google

di fosfato doppio di magnesia e di ammoniaca, sparpagliati su un ettaro di terra, producevano ottimi risultati. Il grano di frumento riescì più pesante di un 3 % ed il prodotto della saggina si sestuplicava (69).

Le specie differenti di vegetabili esigono principii minerali differenti; che se il campo non ne contenga, l'arte deve supplirvi.

Qui il problema dell'agronomo può sciogliersi in due modi. O fissato un dato campo, si deve applicare a scegliere la pianta più ad esso conveniente; o piuttosto si vuole ricavarne sempre il tal dato raccolto, ed allora conviene modificare col concime la qualità del terreno.

Così, per esempio, dopo che seppimo da Boussingault come le patate e le barbabietole sottraggano al terreno moltissima potassa, non pianteremo più queste ultime nei terreni già esauriti dalle prime. Noi sceglieremo piuttosto un altro prodotto che richieda meno di potassa, ovvero ne arricchiremo i campi, interrandovi un po' prima della fioritura, delle piante di sovescio. Queste cedono agli strati più alti della terra, i sali che ne cavarono dall'imo fondo colle loro radichette. Durante il sovescio agiscono ancora i fattori dell'atmosfera, che decompongono il terreno. Così si mettono a disposizione dei nuovi raccolti delle nuove quantità di silicato potassico.

Tutto il secreto dei vantaggi dell'avvicendamento e del sovescio si basa su queste nozioni. Liebig ha il merito, insigne, di avere interpretato, scientificamente, le sperienze pratiche dell'agricoltura e di aver sostituito una legge naturale ad un mistero.

Digitized by Google

Diverse, invece, sono le condizioni della vite, rapporto al campo. Ogni anno noi vogliamo cavarne grappoli d'uva. E come nella scelta della pianta non tenemmo conto della qualità del terreno, così dobbiamo adattare il concime ai bisogni speciali della vite. Perciò, col fimo, noi la forniamo dei carbonati alcalini. Se questi difettino o la pianta non ne possa assorbire tanto che basti per lo sviluppo dei suoi tralci e delle sue foglie, essa non ci darà buon vino, malgrado il più bel sole del mondo. Senza il fusto e le foglie non vi ha produzione di uva.

Tuttavia si deve notare che un elemento può essere utile al fusto ed un altro al frutto. Così, secondo Wolff, il carbonato di potassa favorisce la vegetazione delle parti più ricche di cellulosio, come le foglie e lo stelo, mentre i fosfati giovano assai più al frutto (70). È noto che i semi sono sempre ricchi di fosfati e di albumina. I fosfati e i corpi albuminoidi distinguono i grani ed i semi delle leguminose da tutte le altre parti vegetali. L'agricoltura, che attende nella più grave bisogna dell'alimentazione, non conosce scopo più grande di quello di produrre albumina e di raccogliere fosfati di potassa, di calce e di magnesia.

Quinci si comprende perchè tanto l'uomo si arrovelli nel rinvenire un concime minerale sempre meglio adatto ai singoli bisogni. E grande importanza acquista la scoperta di filoni d'osteolite nella Wetteravia e nell'Estremadura, quando pensiamo che un giorno potrebbe alla ognora crescente popolazione venir meno il fosfato calcare di cui quell'osteolite è composta.

Digitized by Google

Il concime minerale non giova però, soltanto, pei suoi sali fissi. I carbonati terrosi e gli alcalini abbandonano, al calore, dell'acido carbonico. Il carbonato calcico delle marne, sotto l'influenza dei raggi solari, perde prima acqua, e poi acido carbonico che viene esportato insieme col vapore acqueo. Così si formano, a poco a poco, dei sali sempre più ricchi di calce, in cui la calce predomina sull' acido, dei sali basici di calce (Jacquelain).

Nell'inverno, il sale basico si combina con altre quantità di acido carbonico, e così si prepara, per l'estate, una nuova sorgente di questo.

Siffatta influenza della marna e degli altri corpi ricchi di carbonati, si accresce per il calore, e pertanto diventa una delle cagioni che potentemente contribuiscono a render rigogliosa la vegetazione del tropico (71).

E così pure si può spiegare l'azione di quel concime, che chiamasi, nella Germania del nord, *post*, e consta di *chare*, piante ricchissime di carbonati calcari (Schulz-Fleeth) (72). Nell' autunno, queste piante si portano sui campi, ove si lasciano tutta l' invernata all'aria aperta. Siccome i campi in cui si fa uso del *post* non difettano di carbonati calcari, quel concime non giova certo per la sua calce, ma sibbene perchè, ad analogia della marna, vi sviluppa l'acido carbonico, che tanto profitta agli organismi vegetabili.

E non teniamo qui conto della diretta influenza cui godono le marne pei loro principii inorganici; nè contiamo che il carbonato calcare, sciolto in una acqua ricca di acido carbonico, sposta gli alcali e

Digitized by Google

l'acido silicico e li rende atti ad essere assimilati dalle radici. Quel che vogliamo qui far notare, si è che la marna e il *post* giovano, anche in grazia dell'acido carbonico che nella state sogliono sviluppare. Quest'acido alla sua volta giova collo sciogliere il carbonato di calce e gli altri carbonati, che per sè sono insolubili.

In questo modo il terreno è una sorgente di acido carbonico.

Ma l'ammoniaca del terriccio giova ancora di più. Ogni concime animale, l'urina in ispecie, arricchisce d'ammoniaca i terreni. Le piante più importanti per l'agricoltura, le biade, fedeli seguaci dell'uomo, ed i semi delle leguminose (piselli, ceci, lenticchie, fagioli) sono ricchissimi di azoto contenuto nell'albumina, e non potrebbero prosperare e soddisfare i nostri bisogni, se non provvedessimo artificialmente i campi di ammoniaca.

Vero è che le patate, malgrado il più ricco concime, ci porgono assai poco di azoto (73); ma ciò non prova che il concime non agisca, ciò indica soltanto che quelle piante sono, per la loro struttura, inette a fabbricare colle radici loro sostanze albuminoidi in sufficiciente abbondanza. Il grano, senza concime, non potrebbe produrre grassi raccolti.

E tutto quanto valga a fissare nel suolo la volatile ammoniaca è utilissimo per noi. Liebig studiava i vantaggi che da questo lato si devono al gesso. Il gesso, composto di calce ed acido solforico, si trasforma col carbonato di ammoniaca in carbonato calcare e nel solfato di ammoniaca, che non è più volatile. Mène attesta che il gesso può venir sosti-

Digitized by Google

tuito da altri solfati, dall'acido solforico libero, dall'acido cloridrico e nitrico (74). Ciò è naturale, perchè tutti questi acidi si possono combinare coll'ammoniaca e fissarla nel terreno.

Più importanti ancora del gesso, sono gli acidi umico e crenico. L'umato di ammoniaca non è mai completamente decomposto dall'acido solforico. Esso non solo offre alle piante l'azoto, ma pure anche il carbonio, l'idrogeno e l'ossigeno, ed in proporzioni assai simili a quelle dell'albumina. Perciò tanto bene prosperano le praterie adacquate da fonti ricche di crenato ed apocrenato ammoniacali (75).

Dalla terra cominciano quelle influenze cosmo-telluriche a cui e piante ed animali ed uomini vanno soggetti.

Sugli altipiani delle Ande dei vasti campi di grani, da due secoli, offersero ricchissime messi. Il grano turco si coltiva nel Perù e nell'Europa meridionale; senza interruzione, e ciò nondimeno col miglior esito. In Germania, per contra, si richiedono opportuni avvicendamenti, per far prosperare il grano. E le terre esauste della Virginia non producono più tabacco nè biade.

Siccome i principii inorganici delle piante sono moltiformi e diversi, ogni terreno possiede una sua propria flora che rannoda l'uomo alla madre terra.

Le piante sono le nostre radici, con cui succhiamo dal terreno albumina pel nostro sangue e fosfato calcare per le nostre ossa. E così chi disse *« l'uomo legato alla gleba terrena »*, espresse una verità che si può prendere in un senso profondo e tutto materiale.

La coltura umana dipende, in prima linea, dalle

Digitized by Google

influenze telluriche. Se non che queste spesso sono misconosciute e male avvertite, perchè o per eccesso di orgoglio noi sdegniamo d'addentrarci più in là delle cagioni più vicine, o per superstiziosa umiltà ci accontentiamo alle più remote.

Digitized by Google

LETTERA VIII.ª

Piante ed animali.

« Gli erbivori fruiscono d'un alimento uguale a « quello dei carnivori; ambedue nutronsi di albumina, « cui traggono i primi dalle piante, dagli animali i « secondi, ma in ambedue l'albumina è eguale (76). »

Con queste parole, nel 1838, Mulder ha formulato una delle più grandi scoperte del secolo nostro; una legge che venne guadagnando ogni giorno più di seguaci, quanto meno il Mulder davasi d' attorno per bandirla al pubblico.

In grazia di quella scoperta, la teoria dell'alimentazione entrò in una nuova fase.

Per la facoltà della pianta di trasformar l' acido carbonico, l'ammoniaca, e l'acqua, coll'ajuto di pochi sali, in albumina, una fra le sostanze più composte degli organismi, la zona atmosferica, che fascia il nostro globo partecipa sempre di nuovo alla circolazione della vita terrena.

Le piante fabbricano albumina coll'acido carbonico, ammoniaca ed acqua, dall'acido carbonico e dall'acqua, zucchero ed amido; dall'amido formano l'adipe.

Albumina, zucchero ed adipe sono i più importanti fra i principii organici degli alimenti dell'animale.

Digitized by Google

Ed uomini ed animali possono dunque prodursi col mezzo delle piante, dall'acido carbonico, dall'ammoniaca, e dall'acqua mista a qualche sale del campo.

Tanta parte compete all'aria nella vita terrestre!

La pianta trasformando l'acido carbonico e l'acqua in zucchero e grasso, promove la risurrezione della vita animale, che, come bene esprime il biblico mito, derivò dall' aria e dalla terra, per l' aiuto possente dei vegetabili.

Ma le piante creano pure l'aria. L'acido carbonico, che ben fu detto *fitogeno,* è decomposto dalla pianta sotto l'influenza della luce; il suo ossigeno viene esalato dalla pianta. Anche l' azoto viene per un ugual processo eliminato dalla pianta. Delle piante acquatiche, che crescevano in acque prive di azoto, sprigionavano una quantità notevole di questo gaz, certo a spese de' proprii principii azotati (77).

Ossigeno ed azoto sono i gaz principali donde consta quella miscela che noi chiamiamo aria atmosferica. Questo ossigeno è costantemente attivo nella combustione delle piante e degli animali. Errava dunque Liebig asserendo che l'ossigeno non prende parte alcuna nei processi vitali della pianta (78).

Si notò anzi che l'ossidazione si fa maggiore nell'apogeo della vita vegetativa, nel germogliare cioè e durante la fioritura (Boussingault, De Vriese). Vogel dimostrò come nella germinazione si formano acido carbonico, ossido di carbonio ed acqua (79).

Alcuni funghi s'appropriano normalmente ossigeno, ed esalano acido carbonico, come Liebig stesso ebbe a notare.

Certo l'ossigeno agisce più attivamente nella vita

Digitized by Google

animale. La respirazione degli animali e degli uomini è una combustione continua. L' ossigeno, che noi ispiriamo, converte, abbruciandolo, il sangue in tessuti, ed i tessuti in acido carbonico, acqua ed urea.

E anche negli animali questa combustione viene favorita dalla luce, come lo è nelle piante la scomposizione dell'acido carbonico. Io provai, con molteplici esperienze, che le rane esalano molto maggiore quantità di acido carbonico, quando sono esposte alla luce solare, che nell'oscurità (80).

Gli animali tutti in genere eliminano l'acido carbonico e l'acqua. Alcuni infusori, tuttavia, fanno eccezione a questa regola, conciossiacchè assorbano acido carbonico ed esalino ossigeno. (Wöhler e Morren).

L'azione dell'ossigeno, ad ogni modo, domina per vastissima cerchia nelle piante e negli animali.

Quindi mi sembra mal possano reggere quelle distinzioni, tanto da alcuni predilette, che vorrebbero porre a contrasto i vegetabili quali generatori delle sostanze organiche con gli animali che ne sarebbero i consumatori.

E gli uni e gli altri subiscono, in egual modo, l' azione consumatrice dell' ossigeno; tuttavia noi apprezzeremmo male il significato di questo elemento, ne' rapporti suoi cogli animali, se volessimo concedergli soltanto una forza di distruzione.

L'ossigeno invece trasforma le sostanze albuminoidi del sangue in tessuti, in ossa, in cartilagini e muscoli, nello stesso modo, come riduce il muscolo in acido carbonico, acqua ed urea.

Il corpo umano non prospera senza la benefica

Digitized by Google

influenza della luce, per la stessa ragione, per cui le rane, esposte alla luce, emettono più acido carbonico di quelle tenute allo scuro. Nell' oscurità si accumula molto grasso, il quale, sotto l'azione della luce, si decompone assai più rapidamente in acqua ed acido carbonico; perciò nelle tenebre si vedono più facilmente ingrassare le oche. Colle tenebre voi otterrete eccellenti ciccioli di oca, non mai degli uomini forti.

Produzione e riduzione si toccano la mano e rivelano la loro parentela per gli uguali rapporti coll'ossigeno.

Dicendo che le piante elaborano ciò che gli animali consumano, si riesce ad esprimere in modo troppo assoluto un' incompleta distinzione. Queste distinzioni, così recise, partono di solito da preconcetti giudizi teleologici. Noi riduciamo la natura ad una macchina che avrebbe lo scopo di produrre le piante perchè elaborino i cibi agli animali, e gli uomini perchè respirino a favore delle piante. Ma così ci abbandoniamo ad una frivola velleità di dividere con immaginari scompartimenti la trama, unita, continua, dei fenomeni della natura.

Gli animali e le piante, a chi bene li consideri, trovansi in rapporti sempre diversi, sempre continui, e quindi superiori ad ogni distinzione esclusiva; solo conviene ammettere che nel regno della vita le piante fungono un uffizio più umile degli animali.

Tutta l'anima della vita vegetale sta nel plasmare l' aria e la terra. Il corpo della pianta consta in gran parte di cellulosio, un composto che contiene gli atomi di carbonio, idrogeno ed ossigeno, nelle

Digitized by Google

stesse proporzioni dell' amido, ma però in una disposizione molecolare differente. Le pareti di tutte le giovani cellule della pianta sono formate di cellulosio.

Senza dubbio, questo cellulosio risulta dall'acqua e dall'acido carbonico. Ora l'acqua e l'acido carbonico contengono assai più di ossigeno, che non la cellulosi, l' amido e lo zucchero. Se dunque la cellulosi risulta dall'acido carbonico e dall'acqua, questi due devono certo subire una perdita considerevole di ossigeno. Già da qui si può comprendere perchè la pianta scambi l' ossigeno contro l' acido carbonico, che essa s'appropria.

La secrezione di ossigeno è il primo fondamento della vegetazione.

La combinazione speciale dell'acido carbonico, dell'acqua, e dell'ammoniaca, da cui risultano cellulosi, grasso ed albumina, questa combinazione, con cui la pianta organizza la materia, si associa indissolubilmente alla secrezione di ossigeno.

In questo senso si può dire che il progressivo elevarsi della materia a vita organica decorre parallelo ad una perdita continua e progressiva di ossigeno.

Ben altrimenti si svolge il chimismo nell'animale. Già nel sangue l' albumina si converte per la combustione in fibrina, che si coagula fuori del corpo. In un grado di uguale combustione sta la fibrina propria dei muscoli. Un' altra combinazione dell' albumina coll' ossigeno si trova nella cute del feto e del neonato; essa a poco a poco si trasforma in tessuto connettivo il quale, al pari dell' osso, contiene la sostanza collagena. Se si faccia bollire questo

Digitized by Google

tessuto connettivo o dell'ossa, se ne ottiene la colla comune, ossia la glutina.

Lo sviluppo, dunque, del sangue, la trasformazione progressiva degli elementi sanguigni in tessuti, si collega ad una combinazione coll' ossigeno, poichè la combustione non è altro che un' ossidazione.

La decomposizione della materia è l'esito finale di questa combustione che procede passo passo, e prima forma il cervello ed i muscoli, poi, a poco a poco, passa alla formazione dell'urea, dell'acido carbonico e dell'acqua. Noi vediamo che i principii del corpo animale retrocedono dal grado di composizione a cui salirono per la vita vegetale, fino al ridursi nell'amorfa atmosfera, nella caotica terra donde prima si plasmarono.

In questo senso, ma solo in questo senso, ci è lecito il dire che le piante preparano ciò che gli animali consumano. Le poche trasformazioni che l'animale imprime alle sostanze vegetali onde incorporarsene, mettono in opera altre proprietà della materia.

Quanto più un essere è impegnato nell' organare il mondo della materia, tanto più circoscritta e povera è la sua attività in altre direzioni; la pianta non pensa.

Noi dobbiamo quindi concludere, che l' animale distinguesi essenzialmente dalla pianta, perciò che questa sottrae alla materia l'ossigeno, mentre quello, invece, la conduce, a poco a poco, a completa combustione.

Questa tendenza è così grande e recisa che noi vediamo le piante produrre la maggiore sottrazione

Digitized by Google

di ossigeno, a cui possa giungere la chimica, e negli animali aver luogo le più energiche combustioni.

Si videro delle piante disossidare il nitrato d'argento e di mercurio e ridurlo in istato metallico (Vogel).

Il salnitro, che è un composto di acido nitrico colla potassa o colla soda, deriva da una combustione dell'ammoniaca. L'ammoniaca, combinandosi coll'ossigeno, si trasforma in acido nitrico ed in acqua, e ciò più facilmente se l'acido nitrico si imbatta in un alcali (soda o potassa) con cui si copula formando un sale. Un sale è la combinazione di un acido con una base o con un alcali.

Se noi introduciamo nel sangue, che è alcalino, una combinazione di ammoniaca e di cloro, vediamo formarsi dell'acido nitrico nel corpo dell'uomo. Nell'urine ritroveremo quell'ammoniaca, sotto forma di acido nitrico.

Coll'uso del tartrato di potassa noi rendiamo alcaline le nostre orine, che restano acide se noi prendiamo del tartrato o del carbonato di ammoniaca. Quest'ultima viene emessa, nelle urine, sotto forma di acqua e di acido nitrico (Bence Jones) (81).

Chi bene consideri la secrezione d'ossigeno, cui danno luogo le piante, e la combustione che si svolge continua nell'animale, è tratto a concludere che la forza della vita si può misurare nei vegetabili dall'ossigeno, e negli animali dall'acido carbonico che essi esalano all'aria.

L'animale inspira l'ossigeno che espira la pianta; e questa vive dell'acido carbonico che quello le cede in cambio dell'ossigeno. La pianta esalando ossigeno appura l'atmosfera.

Digitized by Google

Molti espressero la tema che, col lungo avvicendarsi dei secoli, il mondo vegetale non basti più ai bisogni dell'animale, non basti più ad appurare l'aria nostra colla verde chioma delle sue foglie. Si suppose, insomma, che gli erbivori struggerebbero il mondo vegetale ed i carnivori struggerebbero gli erbivori. Ma tal timore vien meno inaanzi ad un esame tranquillo.

La bilancia del chimico ci rivelò, che nel cerchio della terra, non va perduta la più piccola parte di una molecola.

La quantità dell'azoto, del carbonio, dell'idrogeno ed ossigeno, dello zolfo e del fosforo che compongono la materia organica dei corpi vivi, non è soggetta ad alcuna oscillazione. Solo ne diversifica la distribuzione.

Un neonato, d'animale o d'uomo, non può continuare a vivere senza aprire, coll'acido carbonico che esala, una continua sorgente di vita vegetale.

La differenza delle specie vegetali ed animali non si manifesta tanto nelle quantità assolute dell'azoto, carbonio, idrogeno, ossigeno, zolfo e fosforo, donde risultano, quanto per le proporzioni numeriche diverse, in cui quegli elementi sono fra loro associati. Ma queste proporzioni numeriche presuppongono come fattori predisponenti, certe sostanze inorganiche, per esempio, il cloruro sodico, il cristallo di rocca, il fosfato calcico, i quali parte per la loro semplice presenza, parte per le quantità loro, determinano le speciali combinazioni dei corpi organici.

Il cloruro sodico, il cristallo di rocca, il fosfato calcico ed altri, non solo sono accumulati a grossi

Digitized by Google

strati, per entro la corteccia terrestre: essi trovansi, ancora, raggruppati sulla sua superficie, in quegli immensi magazzini che sono i corpi delle piante stesse e degli animali, cellarii tanto più inesauribili quanto più labili nelle forme.

Noi diamo fuoco ad un bosco di pini e vediamo fiorire più tardi, sullo stesso luogo, campi di grano. Colle ceneri stesse delle eriche incendiate noi trasformiamo a poco a poco una landa in un campo coltivo. La potassa, la calce, la magnesia, l'acido fosforico onde andavano ricche l'eriche ed i pini, determinano la combinazione dell'acido carbonico, dell'ammoniaca contenute nell'aria coll'acqua delle piove cadenti, e i composti, che ne risultano, vanno a formar parte del corpo delle piante nutritive.

La calce, la magnesia, la potassa, l'acido solforico e fosforico che trovansi in quelle terre ed in quelle piante e da esse possono passare nelle piante domestiche, trovansi, in enormi ammassi, nelle vergini foreste di America. Quando si diradano queste selve e si arricchiscono lontani campi dei loro principii inorganici, le nostre piante ed i nostri animali domestici acquistano nuovi mezzi per combinare in composti organici, l'azoto, l'idrogeno, il carbonio e l'ossigeno. E così le foreste vergini di America convertonsi, mano mano, in frutteti, in animali domestici, in uomini. Ed, ogni giorno, il mondo risaluta la propria materia sotto nuove forme, cosicchè all'inverso del biblico motto potrebbe asserirsi: tutto essere nuovo, eternamente nuovo al disotto del sole.

Ma l'uomo non potrà mai consumare tanti animali

Digitized by Google

nè gli animali tante piante, da far venir meno le verdi foglie depuratrici dell'atmosfera. Gli uomini e gli animali, e durante la vita e dopo morte, si trasformano in sostanze che servono di alimento, solo, alle piante. Le piante sole possono elaborare, da questi alimenti, i principii donde poi si plasmano i corpi degli uomini e degli animali.

Un esatto osservatore notava, or ora, le oscillazioni che subiva l'aria della Nuova Granata, in seguito all'incendio delle sue vaste selve. La quantità dell'acido carbonico decuplava, e l'ossigeno subiva una diminuzione corrispondente. La cellulosi ed il ligneo delle selve tramutarono il loro carbonio in acido carbonico, a spese dell'ossigeno atmosferico (82).

Senz'acido carbonico, è impossibile una ricca vegetazione. La respirazione animale abbisogna dell'ossigeno atmosferico. Questo però può variare nelle quantità. Una parte dell'azoto atmosferico può venire sostituita da idrogeno, la quantità dell'acido carbonico può essere aumentata di molto, senza che ne danneggi la respirazione, almeno finchè una quantità bastante di ossigeno rimanga (Regnault e Reiset). E così pure le piante possono dimorare, senza alcun danno, intere settimane in un'atmosfera di solo idrogeno o di solo azoto (De-Saussure e Gladstone) (83). La proporzione dei gaz dell'aria potrebbe dunque oscillare, d'assai, senza che ne venisse grave detrimento alla vita delle piante e degli animali. Tuttavia il contrasto tra questi due esseri segna le barriere entro cui riescono innocue le oscillazioni atmosferiche. L'ordine mondiale in cui viviamo corrisponde

Digitized by Google

necessariamente alla composizione presente dell' atmosfera.

Per grande che sia il contrasto tra la forza dissossidante della pianta e la combustione continua dell'animale, tuttavia esso non è assoluto, e quindi non è lecito il fondarvi sopra una recisa distinzione.

Noi vedemmo già che la pianta non isfugge alla combustione. Nel germogliamento e nella fioritura hanno luogo delle vere combustioni. Di notte le piante si assimilano ossigeno ed esalano acido carbonico.

Questa inversione del processo ordinario, che costituisce un modo speciale di essere della vita notturna nei vegetali, può osservarsi, anche di giorno, all' ombra, nelle giornate piovose o nebbiose, ai crepuscoli e, secondo Morren, anche durante l'ecclissi (84).

Un esempio analogo e non meno importante può riscontrarsi nel regno animale. Esso si trova in quella bella scoperta che fece Liebig del processo con cui nel corpo animale si forma il grasso. Una vacca che ci dà il latte ed il burro, emette, nelle feci, tutto il grasso che assimila negli alimenti. Essa cava il grasso del suo burro dalla cellulosi e dalla fecula de' foraggi. La cellulosi, nel corpo dell'erbivoro, può tramutarsi in amido e l'amido in zucchero. Anche l'uomo trasforma l'amido in zucchero, lo zucchero in acido lattico, e questo in acido butirrico. Di qui s'origina la formazione dei grassi ed il titolo di adipogeni, dato a buon diritto all'amido ed allo zucchero.

Digitized by Google

Questa scoperta dell'adipogenesi nell'animale e la scoperta della formazione dell'albumina nella pianta, basterebbero ad illustrare la scienza del secolo nostro. Liebig e Mulder fondarono, con esse, una teoria delle metamorfosi, che segue la materia in tutti i suoi gradi di sviluppo, in tutte le vie dell'intero circolo vitale.

Non si creda, però, che alla pianta manchi la facoltà di formare dei corpi grassi. Nei semi oleosi l'amido si trasforma in grasso, e non si potrebbe negare la possibilità che la pianta derivi pure direttamente dall'adipe, dall'acido carbonico e dall'acqua.

L'adipogenesi nell'animale, come eccezione, fa riscontro alla combustione nelle piante. Essa consiste in una sottrazione di ossigeno.

Nell'amido e nello zucchero, che constano di carbonio, idrogeno ed ossigeno, questi due ultimi elementi entrano nelle proporzioni uguali come nell'acqua. Tutti i grassi, invece, contengono assai meno di ossigeno. Quando la trasformazione dello zucchero, passa, nell'animale dal grado di acido lattico, a quello di acido butirrico, la combinazione originaria perde quasi un terzo dell'ossigeno che essa prima possedeva.

Coll'adipogenesi i caratteri speciali della metamorfosi vegetale invadono le regioni della vita animale. All'inverso, quando nell'uomo e nell'animale predomina la formazione dei grassi, esso discende al livello delle piante. I bimbi colpiti, fino dalla nascita, dalla degenerazione adiposa, difettano quasi sempre nell'intelligenza (Chambert) (85).

Vegetare è dunque un combinare gli elementi in corpi suscettivi di organizzazione. Questo processo

Digitized by Google

ha luogo per una sottrazione di ossigeno. L'adipogenesi ne costituisce l'ultimo anello.

Esternare sensazioni, moto, pensieri, col mezzo di queste combinazioni organizzate, e colla loro combustione, vuol dire essere animali.

Noi pensiamo perchè le piante vegetano.

Digitized by Google

LETTERA IX.ª

Nutrizione e respirazione.

Una delle idee più infelici cui diede luogo la mal encomiata classificazione di Liebig, è il contrasto da lui creato fra la respirazione e la nutrizione.

Liebig divise i principii alimentari in plastici e respiratori. Plastici sarebbero per lui gli albuminosi che prendono parte diretta alla formazione dei tessuti. Un ufficio ben differente toccherebbe invece ai grassi ed ai corpi adipogeni come l'amido e lo zucchero. Essi combinandosi nel sangue coll' ossigeno inspirato, sarebbero i veri combustibili del corpo. Siccome essi colla combustione fissano l'ossigeno, furono da lui chiamati alimenti respiratori. Liebig par che riguardi l'ossigeno come una potenza nemica contro cui i corpi devono lottare, e ciò in modo puramente passivo, abbandonando all' ossigeno il loro grasso. Il grasso diventa un alimento dell'ossigeno. « L' ossigeno fa una scelta fra le sostanze che con lui tendono a combinarsi » (86). « L'amido, lo zucchero, il grasso servono a proteggere gli organi dalla sua azione » (87).

Insomma, i corpi albuminoidi plasmerebbero; i grassi e gli adipogeni brucerebbero.

Innanzi a simili opinioni, ogni riserva, ogni transazione sarebbe colpevole. Quelle opinioni sono er-

Digitized by Google

ronee e false, per ogni lato, nel fondamento, nelle conseguenze e nelle applicazioni. La distinzione dei principii alimentari in plastici e respiratori è basata su un contrasto, la cui esistenza non s'accorda punto colle nozioni esatte che si hanno sul processo della respirazione. Essa è un corollario di quelle meschine idee teleologiche, tanto combattute da Spinoza, e vinte con feconda maestria da Giorgio Forster, dentro le quali, pure, ancora rimane impastoiato, spesso senza saperlo, un gran numero di scienziati.

Il fantasticare intorno agli scopi finali ci rende parziali, sempre; poichè chi vuole berciare ad una mira, trascura, a bella posta, quanto possa deviargli lo sguardo.

Liebig, come già dissi, vede nell'azione dell'ossigeno una potenza nemica, una forza distruttrice del corpo. L'ossigeno dà luogo alla combustione; e come la combustione genera calore, così riesce a produrre la calorificazione nell' organismo. Liebig s' esprime così: « La natura ha destinati gli alimenti non azotati per intrattenere le fonti di calore nel corpo animale, e quindi noi troviamo che molto sapientemente fu a questo scopo composto ogni alimento di principii affatto diversi » (88).

La combustione e la calorificazione sarebbero, secondo Liebig, uno scopo per sè stesso, e tuttociò che raggiunge questo scopo è un alimento respiratorio. Tali sono l'olio e l'alcoole, il burro e l'amido. Tutte le combinazioni che contengono carbonio, idrogeno ed ossigeno, in tali proporzioni da esigere molto ossigeno per ridursi in acqua ed acido carbonico, sono combustibili adatti a mantenere la respirazione.

Digitized by Google

Questa definizione teleologica, lo ripeto, è da ogni parte inesatta.

La combinazione coll'ossigeno è la causa di una trasformazione di cui finora male si apprezzò l'importanza, benchè da sola ci spieghi il processo della nutrizione, dal punto di vista materiale.

Lo sviluppo delle sostanze più importanti per la formazione dei tessuti, ha luogo mediante una lenta combustione. L'albumina comincia, già nel sangue, ad appropriarsi l'ossigeno. Quel corpo che nel suo rapido coagularsi al contatto dell'aria, rinserra i corpuscoli colorati del sangue e così forma il crassamento, non è altro che un prodotto di una progrediente combustione dell'albumina. La si chiama fibrina, perchè, si ottiene dal sangue, quando fortemente squassato con una verghetta, si rappiglia in fibre. La carne deve le sue fibre all'albumina del sangue. La sostanza di quelle fibre si distingue dall'albumina per una maggior quantità di ossigeno. L'ossidazione e la lenta combustione dell'albumina del sangue danno origine ai muscoli. Lo sviluppo della carne muscolare è una conseguenza della respirazione.

La caseina è un principio del sangue, delle pareti dei vasi sanguigni, del tessuto connettivo sottocutaneo e del legamento cervicale. La caseina si trova nel sangue anche quando non siasi fatto uso di latte e fuori dell'epoca dell'allattamento.

La caseina appartiene ai corpi albuminosi. Essa si distingue dall'albumina, perchè non contiene fosforo e contiene meno zolfo che l'albumina. Se la caseina si origina dall'albumina, quest'ultima deve perdere tutto il suo fosforo e parte dello zolfo. La

Digitized by Google

sottrazione s'effettua per mezzo dell'ossigeno. Il fosforo e lo zolfo, abbruciando, danno luogo all'acido fosforico e solforico che si combinano colla soda del bicarbonato sodico del sangue e formano fosfati e solfati.

La metamorfosi dell' albumina in caseina è una lenta combustione. La respirazione deve fornire l'ossigeno mercè il quale dall'albumina formansi le pareti dei vasi, il tessuto connettivo ed il legamento cervicale.

Nella pelle del neonato l'albumina è salita ad un grado più elevato di ossidazione. Senza l'ossigeno, che la respirazioue della madre partecipa al sangue del feto, non sarebbe possibile la formazione della cute di questo.

La sostanza fondamentale del tessuto connettivo, che bollita divien colla, deve la sua origine ad una ricca miscela di ossigeno col sangue. La colla ed i tessuti collogeni, toccano un grado alto di combustione dell'albumina (89). E muscoli e legamenti, ed ossa e vasi, e capelli e cartilagini si formano in grazia della combustione, della respirazione. E il cervello non pensa più, quando il sangue non gli rechi del nuovo ossigeno.

Non è quindi ammissibile che l'amido, il grasso, e lo zucchero proteggano gli organi del corpo animale dall'azione dell'ossigeno; anzi, gli organi esistono in grazia di quest'ossigeno stesso. E si può dire, assolutamente nello stretto senso della parola, che il respiro trae fuori dal sangue e ne sviluppa i muscoli e le ossa, il cuore e la cute.

Lo sviluppo della pelle e delle ossa, dei muscoli e

Digitized by Google

dei legamenti, insomma dei tessuti solidi, degli elementi istologici degli organi del corpo, costituisce quel processo che il fisiologo chiama *nutrizione.*

Fra la nutrizione e la respirazione, non havvi alcun contrasto; chè la prima ha anzi luogo pressochè del tutto in grazia della seconda.

È quindi assurdo il parlare di sostanze nutritive, che avrebbero missione di preservare l'albumina dall'ossigeno, e di sostanze respiratorie che, combinandosi coll'ossigeno, proteggerebbero gli organi dalla forza distruttrice di questo principio.

Nè la distinzione risulta meno assurda, quando venga messa alla prova delle applicazioni. Una distinzione è giusta quando è applicabile in tutte le sue parti. Si potrebbero, dunque, distinguere gli alimenti in plastici ed in respiratorii, soltanto quando nessuno degli alimenti plastici fosse respiratorio, e viceversa nessuno dei respiratorii fosse plastico.

Liebig ascrive alle sole materie contenenti azoto e zolfo, cioè alle sole sostanze albuminoidi la virtù di plasmare le cellule e di generare la forza dell'organismo (90). « Dall'acqua e dai grassi dipendono, soltanto, alcune proprietà fisiche dei corpi; l'acqua ed il grasso sono assorbiti dal corpo come da una spugna; essi non possedono una forma organica loro propria (91). Essi non possedono alcuna proprietà vitale (92) ».

Ebbene, nessuno di questi caratteri vale a differenziare in modo assoluto queste sostanze dalle albuminoidi. Il tessuto del cervello e dei nervi, quel tessuto nobilissimo fra tutti, dal quale emanano le più sublimi funzioni della vita, non potrebbe sussistere senza il

Digitized by Google

grasso. Nè le fibre, nè le cellule nervose possono assumere la loro speciale forma, il loro carattere distintivo, senza il grasso. Nè l'albumina ed il grasso che formano la midolla delle fibre del nervo, nè la miscela di sostanze collogene ed elastiche che ne costituisce la guaina, e nemmeno la grande quantità dei fosfati che entrano nella composizione del cervello, bastano a dare alla fibra nervea la sua forma speciale. Solo l'unione di tutte queste sostanze è in grado di plasmare le fibre e le cellule nervee.

Già i corpuscoli bianchi del sangue devono al grasso degli alimenti il loro sviluppo. La cellula che è il punto di partenza dell'organismo, non potrebbe svilupparsi e sussistere senza larga copia di adipe.

I globetti del tuorlo dell'uovo, i corpuscoli del latte, le cellule d'adipe constano, in gran parte, di grasso. I primi granuli solidi che si separano dal liquido germinativo e riunisconsi in grani, donde s'originano le cellule, constano di grasso, rivestito da un sottile velamento albuminoso.

Nei corpuscoli del latte, il grasso predomina di tanto e tanto è sottile la membranella caseosa che riveste il grasso, che dire si potrebbe, a buon diritto, il grasso fungervi le parti di elemento plastico tanto quanto la caseina.

Non è dunque da meravigliarsi se Liebig stesso confessa il grasso prendere spesso parte alla formazione delle cellule (93). Ma perchè non ci concede, egli, allora, essere il grasso un elemento tanto plastico quanto l'albumina? mentre esso si mostra così essenziale che mal si può decidere se più giovino al primo sviluppo dei tessuti i corpi grassi od i corpi albuminosi.

Digitized by Google

Ed ora veniamo ai sali, i quali al pari del grasso non contengono azoto. Le ossa non potrebbero sussistere senza fosfati, nè le cartilagini senza cloruro di sodio.

Ogni organo del corpo animale dipende dai sali e dalle terre, quanto dall' albumina e dal grasso. Il fosfato di calce è così indispensabile per le ossa, quanto lo sono i principii organici che coll' ebollizione convertonsi in gelatina.

Nello sperma si osservano alcuni corpicciuoli elementari, così piccoli che solo possono rilevarsi sotto ad un forte ingrandimento. Quei corpicciuoli in grazia d'una piccola testa e d'una lunga coda appuntita, dotata di un vivacissimo movimento, furono chiamati, impropriamente, animali spermatici. Essi, se si usi qualche precauzione, si possono abbruciare senza che perdano la forma (Valentin), poichè le sostanze inorganiche conservano la originale impronta, mentre i corpi albuminosi, sotto la combustione, si distruggono. Certamente questa impronta non è, poi, tutta la forma, come la fibrina dei muscoli non rappresenta tutta la fibra muscolare, nè l' albumina tutta la cellula nervea. E perciò Liebig mal riesciva a tracciare una distinzione tra grasso ed albumina o corpi albuminoidi, quando caratterizzava il grasso per un corpo che non possiede mai una forma organica propria.

Il grasso rende leggiera la midolla dell'osso, l'acqua scorrevole il sangue, il fosfato calcare pesante la parte eburnea delle ossa, duro lo smalto dei denti; la fibrina dà la contrattilità alla fibra muscolare, e l' elastina del legamento cervicale comunica ad esso

Digitized by Google

l' elasticità. Ogni sostanza del corpo, ogni elemento istologico ha il suo carattere fisico speciale. Ma dove è, dunque, la differenza, se Liebig stesso infine termina col confessare che molte proprietà fisiche dei tessuti dipendono dall'acqua e dal grasso? O forse l'albumina del succo parenchimatoso viene meccanicamente assorbita nel fegato o nei reni, in guisa differente da quello che lo sia una parte dell' adipe nel tessuto cellulare sottocutaneo?

Ma i componenti azotati degli organi, dice Liebig, hanno proprietà vitali. Se questa parola ha pure un qualche significato, quello deve essere che i singoli organi ricevono le proprietà, cui la materia sviluppa in essi durante la vita, dai corpi albuminosi o dai loro prodotti azotati. Fra queste proprietà sta, certo, in prima riga, la sensibilità nervosa. Ora, siccome la fibra nervea non può esistere senza il grasso, non so comprendere perchè il cervello ed i nervi debbano la loro « proprietà vitale » all'albumina sola e non eziandio al grasso.

A sostegno della sua distinzione, Liebig aggiunge, che i principii non azotati sotto all'azione di mezzi dissolventi possano estrarsi dai nostri organi, senza che per ciò la struttura di questi resti, menomamente, alterata (94).

Da una parte però anche l' albumina si può sottrarre alle carni per mezzo dell'acqua, e una parte del tessuto corneo si può sciogliere dalle cellule epiteliali col mezzo della potassa, senza che si distrugga la forma organica di quegli elementi. Dall' altro lato, poi, non si può cacciare via dalle cartilagini il cloruro di sodio nemmeno coll' acqua calda (95); ed

Digitized by Google

i corpuscoli del sangue si sformano quando l'etere li spogli del loro grasso (96).

Perciò è forza concludere che i principii inorganici, i grassi ed i corpi adipogeni degli alimenti, si possono considerare altrettanto plastici, quanto l'albumina e la sostanza collogena delle ossa e delle cartilagini.

Badiamo, ora, se meglio si presti l'altro gruppo a far valere la classificazione suggerita da Liebig; se i grassi, cioè, e gli adipogeni servano soli alla respirazione e se l'ossigeno durante il processo respiratorio faccia una scelta fra le sostanze organiche del corpo (97).

Io ho risposto già a questa domanda, fino dal principio di questa lettera, quando dimostrai erroneo il contrasto immaginato da Liebig tra nutrizione e respirazione. E tuttavia Liebig scrive che se per lo ossigeno ispirato, l' albumina del sangue potesse direttamente alterarsi o distruggersi, la piccola parte, che ne viene introdotta nei vasi sanguigni dagli organi digestivi, sparirebbe assai rapidamente, ed il più lieve disturbo nella funzione di questi ultimi potrebbe far pericolare la vita (98).

Se non che, esso non si limita a poterlo fare, come scrive il Liebig; lo fa anzi effettivamente. La quantità di albumina che noi introduciamo ogni giorno nel corpo è così grande, che ne può derivare tutta l' urea da noi emessa. L' ossigeno che noi ispiriamo eleva, a poco, a poco, l'albumina del sangue a gradi sempre più alti di combustione. Già nel sangue nasce la fibrina ed il corpo detto da Mulder ossido d'albumina. Ma l'ossigeno penetra per le pareti dei

Digitized by Google

vasi capillari nei tessuti, dove trasforma l'albumina in sostanza collogena, i principii plastici dei tessuti in creatina, in acido urico, in urea ed acido carbonico. E quattordici giorni bastano perchè un corpo affamato sia dalla combustione così impoverito d'albumina da soccombere alla morte per inanizione. Liebig stesso ammette che negli affamati non solamente viene meno il grasso, ma, a poco per volta, ogni sostanza solida solubile. Nei corpi smunti degli affamati, i muscoli appaiono sottili, flosci, e quasi senza contrattilità (99).

Adunque non è solo il grasso un alimento respiratorio; tale è pure l' albumina, poichè essa brucia per convertirsi in fibrina; e tale è pure lo zolfo dell'albumina, il quale, ossidandosi, dà acido solforico, allorchè l' albumina, in cui entrava, va trasformandosi in caseina.

La colla è un'agente respiratorio quando l'ossigeno ne trae dell' acido urico, e l' acido urico, pure, è un alimento respiratorio quando sotto l'azione dell'ossigeno si riduce in urea ed acido carbonico.

L' albumina e la gelatina sono sostanze azotate; adunque anche i corpi azotati hanno diritto ad essere chiamati alimenti respiratorii.

Alimenti respiratorii?... No, e poi no.

Il nome è assurdo perchè l'uomo non mangia un alimento per distruggerlo col respiro, nè vive per abbruciare. L' essenza della respirazione è certamente l'assorbimento dell'ossigeno, l'ossidazione; ma questo assorbimento è, in primo luogo, una forza organatrice e solo più tardi diventa una leva di scomposizione; conciossiachè ogni evoluzione finisce in riduzione;

Digitized by Google

tale è la legge del circolo della materia. Quella evoluzione determina la formazione dei tessuti, la nutrizione. Ma se tutti gli alimenti sono plastici, e se ogni alimento organico è sottoposto nel corpo nostro ad una continua combustione, non si può, in nessun modo, scindere l'albumina dal grasso, l'alimento plastico dal respiratorio.

E forse che Liebig vi riesciva ?

In teoria sì, ma in pratica no.

Liebig varie volte chiama alimento respiratorio, sebbene incompleto, la carne che consta principalmente di sostanze azotate (100). Egli dice che gli elementi combustibili delle sostanze azotate non bastano a tramutare l'ossigeno del sangue in acido carbonico ed acqua (101). Ma conceduto che non bastino, ne vien di conseguenza che si sottraggano del tutto all'uffizio respiratorio dell' ossigeno? Liebig, certo, non può ignorare, che la fibrina si combina coll'ossigeno umido ed abbandona acido carbonico, come ci appresero Scherer e Mulder.

Liebig non ha potuto astenersi dal determinare, col calcolo, il valore respiratorio della carne (102); e così trascinato dalla forza del vero, elevava valide obbiezioni contro le proprie opinioni.

Ma se, malgrado ciò, ei persiste in quella distinzione, egli commette un errore che noi dobbiamo combattere tanto più energicamente, quanto è maggiore il numero degli scrittori che si lasciano abbacinare dall' apparente vaghezza e semplicità di quelle vedute. Pur troppo, molti, nell'applicazione, sogliono dimenticare la massima, tanto triviale, che il falso non può essere ingegnoso mai.

Digitized by Google

LETTERA X.ª

Sviluppo degli alimenti nel corpo degli animali.

Chi percorre il circolo descritto dalla vita, per qualunque punto s' accinga a studiarlo, vi rinviene un andamento costantemente progressivo; tuttavia lo studio della materia donde si plasma il nostro corpo nel prendere origine dal mondo esterno riesce ancora il più naturale fra i punti di partenza e promettitore dei migliori risultati per la storia dello sviluppo organico.

Questo sviluppo sta tutto nei movimenti di quella materia che l'alimento fornisce al corpo. Le forme dei tessuti diventano chiare a chi studia il carattere proprio del composto materiale. Alla forma e alla composizione chimica corrispondono poi tutte le altre proprietà.

La storia dello sviluppo può sola fornire le basi di una classificazione degli alimenti che formano le sostanze donde con moto continuo trae il corpo la sussistenza. Chi s' arrovella ad indovinare lo scopo finale degli alimenti, si mette per una via recisamente contraria e si espone al pericolo in cui Liebig inciampava colle sue ipotesi degli alimenti plastici e dei respiratori.

Digitized by Google

La rivelazione potrebbe farci presentire la causa finale: ma l'osservazione tranquilla dello sviluppo ci conduce ben più sicuramente alla meta.

Dall' alimentazione proviene il sangue e dal sangue i tessuti, l'ossa, i muscoli, i nervi, tutte, insomma, le parti solide del corpo.

Lo sviluppo dell' alimento è dunque la formazione del sangue. Il sangue si compone di albumina, zucchero, grasso, sali; ma lo zucchero è un corpo che può trasformarsi in grasso — un adipogeno.

La classificazione delle sostanze alimentari è, così, bell' è fatta. Esse dividonsi in corpi albuminoidi, adipogeni, grassi e sali.

Un alimento completo si compone di albumina, zucchero, grasso e sali.

Tutte queste sostanze hanno il valore delle sostanze plastiche del corpo, delle sostanze nutritive. L'albumina si combina nel sangue coll'ossigeno, siccome fanno il grasso e lo zucchero. Se la respirazione non esistesse che per sè stessa, queste tre sostanze potrebbero, tutte, a buon diritto, chiamarsi respiratorie.

Solo che l' ossigeno, da noi ispirato, è esso medesimo, per così dire, una sostanza nutritiva, poichè combinandosi coi principii alimentari assorbiti dall' intestino esso completa la sanguificazione e lo sviluppo dei tessuti.

Il sangue ed i tessuti sono i gradi più alti a cui si elevi l'alimento congiunto all'ossigeno. Essi risultano dall' azione combinata della digestione e della respirazione.

Digitized by Google

Più chiara apparrà questa conclusione a chi paragoni gli alimenti col sangue, soltanto, e non coi tessuti; essendo il sangue un umore che dà origine a tutte le parti solide del corpo.

La digestione non fa altro che sciogliere le materie alimentari, renderle mobili con una sottile divisione, e, quando non sieno conformi alle sostanze del sangue, metamorfosarle in parti costitutive di questo.

Quando noi mangiamo una patata o del pane, noi introduciamo nello stomaco fecola od amido, sostanza insolubile nell'acqua e che manca nel sangue. La saliva ed il succo pancreatico trasformano l'amido insolubile in zucchero solubile. La bile, il succo pancreatico e le secrezioni intestinali cangiano lo zucchero in grasso. Ma zucchero e grasso sono fra i componenti del sangue. La digestione quindi trasforma l'amido in sostanza solubile del sangue.

Appunto, per questo, l'amido giova a formare il sangue, e questa formazione non deriva esclusivamente dall'albumina. Liebig comprende solo uno degli attributi della digestione quando la definisce: Una perdita progressiva di azoto che il cibo subisce nel suo passaggio attraverso l'intestino (103).

Queste parole ripetono, sotto una nuova veste, quell'erronea idea che *sostanze nutritive sono, soltanto i corpi albuminoidi.*

Tempo fa tutta la filosofia della biologia consisteva in quelle parole di chimo, chilo, assimilazione, ecc. I cangiamenti che subivano i cibi nello stomaco e nell'intestino erano descritti soltanto secondo i loro caratteri più grossolani. Si vedeva un

Digitized by Google

alimento misto a saliva, e a succo gastrico, cangiarsi nello stomaco in una poltiglia che si faceva più liquida fino a formare il chilo ed assimilarsi, a poco a poco, al sangue.

Tutti questi cangiamenti erano l' effetto di una forza misteriosa, che non aveva bisogno di alcun substrato materiale.

Oggidì tutti questi nomi non significano più nulla, e questo è uno dei più bei progressi dell'epoca.

Noi vediamo, ora, nella digestione una trasformazione, in parte chimica e in parte meccanica, della materia, e noi ci sforziamo di seguirla passo per passo. E mal direbbesi questo un semplice aumento di erudizione. Nella scienza delle metamorfosi chimiche dei cibi e delle bevande noi non ci contentiamo più di una erudita descrizione delle singole proprietà, e di alcuni stati dei corpi; si tratta di ben più; si tratta di sapere se il sangue provenga da una sorgente tutta materiale. La nostra venerazione per il rosso liquore della vita non si appoggia ad una vuota ipotesi sugli spiriti vitali o sulle forze occulte che intratterebbero in attività il corpo; ma sì bene al fatto positivo, che il sangue ci offre un prodotto superiore di sviluppo degli alimenti — prodotto che più tardi si plasma, esso stesso, in tessuti.

Conosciuta, una volta, questa proposizione, noi conosciamo la base materiale su cui riposa l'esistenza nostra e le più grandi parvenze della nostra attività.

La scoperta della verità che la digestione è un fenomeno puramente chimico suggellò splendidamente le dottrine generali che Elvezio, Diderot, La Mettrie e Cabanis avevano fondate su osservazioni meno perfette.

Digitized by Google

Il fatto della metamorfosi può solo farci comprendere come il poppante possa vivere esclusivamente di latte. Conciossiachè in questo alimento i corpi albuminoidi sono rappresentati per la caseina, la quale, per rapporto alla quantità, trovasi nel sangue inferiore alla albumina e alla fibrina. L'albumina e la fibrina differiscono dalla caseina. La digestione cangia la caseina in albumina e la respirazione cangia l'albumina in fibrina.

Nel medesimo tempo la caseina va combinandosi col fosforo che dapprima non conteneva e così si trasforma in albumina; coll'assorbire poi dell'ossigeno diventa la fibrina del sangue.

Questa trasformazione materiale de' corpi albuminoidi ci rende possibile il vivere di vegetali, posciachè le combinazioni albuminoidi delle piante e dei corpi corrispondenti che trovansi nel sangue ben mostransi analoghe nelle loro proprietà, e v'ha fra esse una concordanza assai vicina nelle proporzioni della loro chimica composizione, come Mulder ci dimostrò, ma queste sostanze tuttavia non possono dirsi identiche.

Nel pisello v'ha una materia albuminoide in quantità così grande che fu chiamata *legumina* alludendo alla famiglia delle leguminose di cui i piselli fanno parte. Si paragonò questa legumina alla caseina del latte e del sangue. Tutte e due sono precipitate dall'acido acetico; però il precipitato di caseina si ridiscioglie nell'acido in eccesso, non già quello di legumina. La legumina è il corpo albuminoide più ricco di fosforo (Norton) (104); al contrario la caseina non ne contiene.

Digitized by Google

Tuttavia Liebig chiama la legumina, caseina vegetale, e puntella questo suo appellativo sul fatto: che i Chinesi fanno coi piselli dei veri formaggi (105), ma questo fatto, certo degno di nota, non ha alcun rapporto colle indagini chimiche, e quindi nulla prova contro le differenze relative che l'analisi chimica può rivelare. Dire che la legumina e la caseina sono identiche perchè i Chinesi preparano coi piselli un camangiare che arieggia il formaggio, e foss'anche un vero formaggio, sarebbe come il dire identico il riso alle uova, il pane alle patate perchè tutte possono servire a fare un *pouding*.

Liebig appoggia le sue forzate identità tra i corpi albuminoidi animali e le sostanze analoghe dei vegetali ad un'altra ragione. « Queste diverse materie, dic' egli, forniscono, al fine, nella serie delle ossidazioni, prodotti della medesima specie, ciò che in chimica prova essere i loro elementi disposti in una maniera identica » (106). Sarebbe da rispondere in primo luogo che i prodotti di scomposizione non possono avere un vero valore nel provare l'identità di due corpi se non quando, a parità di circostanze, si presentano nelle medesime proporzioni. Ma inoltre Stenhouse ci mostrò che i prodotti di scomposizione dei corpi albuminoidi, vegetali od animali, non concordano l'un coll'altro, in un modo assoluto. Così la albumina vegetale e l'albumina animale, o la legumina e la caseina riscaldate a secco e trattate cogli acidi o colla potassa danno delle basi volatili affatto diverse, ciò che insieme ad altre differenze smentisce l'identità affermata da Liebig (107).

Mal sostenne dunque Liebig che la fibrina animale

Digitized by Google

e la fibrina vegetale, l'albumina animale e l'albumina vegetale, la caseina animale e la vegetale non solo contengono i medesimi elementi proporzionali, ma pur anche possedono le medesime proprietà (108).

L'albumina vegetale solubile contiene meno zolfo dell'albumina del sangue. La fibrina dell'animale si trova disciolta in condizioni nelle quali l'albumina vegetale è sempre coagulata. Per la medesima ragione la fibrina del sangue non è identica colla fibrina delle carni (109). Infine io poco sopra notai la differenza ancora più importante che distingue la legumina dalla caseina.

Non prendiamo dunque alla lettera il Mulder quando egli afferma che i carnivori e gli erbivori consumano la medesima albumina. La legge di Mulder vuol esprimere, soltanto, la parentela che collega in un sol gruppo i corpi albuminoidi delle piante e quelli degli animali.

Questa parentela fa della vita vegetale un atto preparatorio alla digestione dell'animale, atto preparatorio che ben deve dirsi indispensabile, posciachè nè l'umato, nè il carbonato d'ammoniaca possono trasformarsi in albumina nel canale intestinale.

La trasformazione di un corpo albuminoide in un altro è, però, un fenomeno che abbisogna di uno spostamento ben meno grave di quello che i liquidi digestivi effettuano sugli adipogeni quando li cangiano in grasso.

Per questa ragione il nostro corpo può preparare sangue coi piselli, coi ceci, col frumento, colla segale, in grazia a quella stessa legge che permette al fanciullo di trasformare la caseina del latte in albumina e fibrina del sangue.

Digitized by Google

Ben altre trasformazioni, anzi, può operare il corpo animale. Dei cani possono vivere di pure ossa delle intiere settimane, eppure queste ossa contengono poca albumina e in gran quantità una materia che si riduce in colla, e che per la sua proprietà e per la sua composizione differisce dall'albumina più che un corpo albuminoide non differisca dall' altro. Senza rinnovare l'albumina del suo sangue il cane non può vivere. Il grasso della midolla dell'ossa non può fornire albumina. Da ciò ne segue, che la materia collogena, si cangia in albumina nel corpo dell'animale; la colla dunque è un principio alimentare.

A torto, pertanto, sostiene Liebig, che la colla « di sua natura insipida e ripugnante (110), non possiede alcuna virtù nutritiva », e mal cerca corroborare la sua sentenza col fatto che i cani non possono vivere di sola colla o anche di colla accompagnata al succo di carne. Questi ed altri simili fatti ben dimostrano che la colla non è un alimento perfetto, che se alla colla e al succo di carne non si aggiungono altri principj nutritivi, verrebbe meno la vita. Ma da ciò non risulta, nè mai risulterà essere la colla una sostanza inetta all' alimentazione. Forsechè non chiamerannosi più principii alimentari la albumina e l'adipe perciò che gli animali e l'uomo non possono con esse, soltanto, restare in vita precisamente come se consumassero sola colla? È questa la logica favorita di Liebig, che sciaguratamente vi ricade in tutte le questioni d'alimentazione: il ferro non essendo capace di porre in moto da sè solo la locomotiva, non ha alcuna utilità per la costruzione della macchina a vapore. E possono esservi persone che ripetano, tuttodì, simili assurdi?

Digitized by Google

Mulder diceva assai bene: « Solo le persone pre-
« venute tentano delle esperienze in questa questione
« sopra i cani. Secondo il giudizio della Commissione
« dell'accademia di Parigi, questi animali preferi-
« scono morire di fame vicino alla colla al mangiarla.
« Solo coloro che negano il risultato di cento mila
« osservazioni possono rifiutare alla colla un posto
« tra le sostanze alimentari utili. Chi ha esercitato,
« come io, per lunghi anni la pratica medica e vide
« un numero notevole di convalescenti riprendere le
« forze coll'uso dell'arrow-root (amido) e della ge-
« latina di corno di cervo (colla), deve deplorare
« che si vogliano decidere, con esperienze delle qui-
« stioni in cui esse sono superflue, avendo l'osserva-
« zione sola il diritto di giudicarle (111). »

Quando al contrario si dimandasse se il tessuto collogeno fa parte dei principii alimentari di facile digestione, la risposta sarebbe negativa. Questa risposta viene in bocca, subito, a chi si fa un'idea chiara della digestione. Se la digestione ha suo officio di trasformare in parti costitutive del sangue i corpi solubili che non sono loro conformi, è evidente che un principio alimentare, solubile, deve riuscire tanto più digeribile, quanto più s'assomiglia alle materie del sangue. Ora fra tutte le sostanze alimentari, azotate, il tessuto collogeno è quello che più differisce dai corpi albuminosi del sangue. Perciò la colla fra tutte le sostanze alimentari azotate è la più difficile a digerire.

Tuttociò giustifica la lotta che Liebig ed altri sostengono contro i tentativi che si fecero per sostituire alle carni, e agli altri alimenti, ricchi d'albu-

Digitized by Google

mina, la colla e le ossa. Ciò rende doverosa questa lotta e condanna, inappellabilmente, quelle tavole di gelatina così comuni nel commercio.

Molti alimenti fra quelli generalmente usati contengono delle sostanze che non ponno sciogliersi nei liquidi digestivi dell' uomo, come la saliva, il succo gastrico, la bile, il succo pancreatico e le secrezioni intestinali, e che non ponno cangiarsi nelle parti costitutive del sangue: il corpo le espelle senza digerirle. Esse escono, frammiste agli escrementi, come i noccioli delle ciliege, ecc.

Fra queste sostanze il regno vegetale ci presenta la cellulosi che forma l' elemento principale del perisperma dei grani leguminosi, il ligneo e la suberosi che entrano nella composizione dei noccioli delle pesche, delle ciliege, ed altre frutta. Tra le parti costitutive dell'alimentazione animale la sostanza delle fibre elastiche e la sostanza cornea dei peli, dell'unghie, dell'epidermide, delle mucose e della pelle sono insolubili nei liquidi digestivi.

Così un alimento più si discioglie ne'liquidi digestivi e meno materie fornisce agli escrementi, e più si fa completa la digestione. Stranamente erra dunque il Liebig nel voler riconoscere il valor digestivo d'un alimento dal volume più o men grande de' residui dei pasti che i viandanti lasciano lungo delle siepi e delle mura (112). La digestione e la formazione degli escrementi non hanno tra di loro alcun rapporto; al contrario gli escrementi si compongono de'residui degli alimenti e di qualcuno fra quei liquidi preparati dal sangue, e secreti, come la bile e il muco. Siccome la secrezione di questi liquidi e l' e-

Digitized by Google

vacuazione regolare dei residui dell' alimento presentano un segno chiaro di salute, le feci hanno un significato importante. Ma quando si vuol considerare la defecazione e la digestione come sinonimi, si trae partito da qualche eufemismo suggerito da un falso galateo per concludere ad un' idea che nella scienza corrisponde a tutt' altra cosa. È difficile il trovare in tutto il dominio delle metamorfosi della materia due idee più opposte della sanguificazione e della formazione delle feci. La digestione è la sanguificazione.

Il sangue essendo l' insieme di tutti gli elementi dei tessuti, essendo la somma liquida di tutte le sostanze, che contengono gli organi solidi del nostro corpo, la sanguificazione occupa il primo posto nella storia dello sviluppo degli alimenti. Dappoi mano a mano che il sangue e i tessuti sotto l'azione della respirazione vanno decomponendosi per risolversi alla fine in urea, acqua ed acido carbonico, lo sviluppo tira alla decomposizione. Anche qui la scomposizione e lo sviluppo sono termini di una medesima serie e l'uno a vicenda è causato dall'altro. Nel corpo dell'adulto le parti costitutive dei tessuti, scomponendosi, cedono continuamente il posto alle parti che vanno formandosi. Più l'organo è attivo e più si è facile lo scoprire lo sviluppo ne' suoi primordii. Non c'è nel corpo un muscolo che più si mostri attivo del cuore; ed appunto nel cuore si trovano colla massima facilità quelle sostanze che provengono dalla scomposizione degli elementi già consumati dei tessuti (113) e vicino ad esse gli stadii primordiali di sviluppo di questi elementi, cioè le giovani fibre muscolari legate in esili fasci (114).

Digitized by Google

Tutti avranno veduto quella macchiuzza di colore oscuro che si forma nell'unghia che sofferse una violenta percossa. Quella macchia è prodotta dal sangue stravasato per la lacerazione di qualcun vasellino della matrice unghiale così ricca in vasi. Siccome da questa matrice trasuda il liquido che plasma gli strati inferiori più giovani dell'unghia, a poco a poco, quel sangue si trova, completamente, imprigionato dall'unghia; e siccome l'unghia cresce, dall'indietro all'innanzi, la macchia bruna dopo molte settimane sporge all'apice del dito; si vede allora il sangue seccato tra gli strati inferiori e i superiori dell'unghia; intanto un'unghia, completamente nuova, si è formata, e noi tagliamo l'antica. Con un processo, perfettamente eguale, si rinnovano i capelli e l'epidermide che ricopre tutta la superficie del corpo e le sue interne cavità. In modo simile s'organizzano, con una materia sempre nuova, i nuovi elementi anatomici in luogo delle fibre nervose, delle cellule cartilaginee, delle fibre muscolari, delle lamine ossee, in via di riduzione. L'aria espirata, le orine, le feci, il sudore trasportano al di fuori tutto quanto venne così distrutto.

Nel sangue ha luogo la più rapida organizzazione; in due o tre ore dopo il pasto io trovo il numero delle cellule incolori, ricche d'adipe, aumentarsi nel mio sangue; da queste cellule provengono i globuli colorati del sangue. In sei o sette ore nell'uomo e nei mammiferi questa trasformazione è compita (115). Negli animali a sangue freddo essa ritarda molto più. Secondo le mie osservazioni nelle rane, cui sia esportato il fegato, essa ha luogo colla massima lentezza.

Digitized by Google

Le cellule del sangue dapprima incolori, di poi colorate, sono i primi elementi anatomici, che si sviluppano nel corpo quando non si nutre più dentro il seno materno. L'accrescimento è basato sulla composizione propria del sangue. Un liquido, che contenga disciolta albumina, adipe, zuccaro, e sali, possiede tutte le condizioni neccessarie alla formazione de'nuclei e delle cellule. Il sangue è un liquido generatore completo, nel quale si possono ritrovare le varie età delle cellule. L'imagine della preparazione del sangue ci dà l'idea del più importante sviluppo che l'alimento possa subire vuoi per la composizione, vuoi per la forma.

Digitized by Google

LETTERA XI.ª

Le ceneri degli animali e dell' uomo.

Ben era preziosa quella polvere che gli antichi serbavano, nell' urna cineraria, dentro i sepolcri; essa conteneva la materia che dà alla pianta il potere di plasmare coi soli elementi dell'aria, uomini ed animali.

Ad eccezione delle sostanze che noi troviamo nella cenere, gli elementi di tutte le altre parti costitutive del corpo delle piante, degli animali, dell' uomo, si trovano nell'aria. L'azoto, il carbonio, l' idrogeno e l' ossigeno si trovano parte allo stato libero, parte allo stato d'acido carbonico, acqua e ammoniaca nella zona gazosa del nostro globo.

Coll'acido carbonico e l' acqua il lino fa la cellulosi e la canna di zuccaro lo zuccaro. Ma se non ci fossero nel suolo le materie inorganiche, la canna non potrebbe fabbricare lo zuccaro, nè il lino la cellulosi. Mayer e Brazier lo espressero con una bella e giusta imagine. « La vegetazione del lino s' asso-
« miglia all'accrescimento della canna da zuccaro, la
« cui coltura ci fa sperare un prodotto composto tutto
« d'elementi atmosferici: le parti inorganiche che la
« pianta toglie a prestito sono soltanto gl'istrumenti

Digitized by Google

« di cui si giova per farlo nascere. E ben conver-
« rebbe conservarli con molta cura come nelle fab-
« briche si fa cogli strumenti, onde possano più tardi
« giovare alla produzione dei nuovi raccolti (116). »

Così le sostanze inorganiche del sangue sono gli strumenti che servono a produrre i diversi tessuti del nostro corpo a spese delle materie organiche del sangue. Già nel sangue lo sviluppo degli elementi anatomici dei globuli proviene dalla separazione dei sali di potassa dai sali di soda che il cibo portò nella circolazione; i globuli contengono sali di potassa e il plasma sali di soda. Il sal di cucina che è un composto di sodio e di cloro si trova soltanto nel plasma; la combinazione del potassio e del cloro ha luogo di preferenza ne' globuli. Noi troviamo, adunque, di già, nel sangue la prova che la potassa e la soda, per quanto siano analoghe nelle altre proprietà non possono sostituirsi nel corpo dell'animale (117). Allo stesso modo Schmidt trovò che l'acido fosforico predomina nei globuli, la calce, la magnesia, l'acido carbonico e solforico nel plasma.

Ma l'affinità di un gruppo organico di elementi per un corpo inorganico si mostra, ben più chiara, nella materia colorante dei globuli rossi: essa è una combinazione di azoto, carbonio, idrogeno e ossigeno, a cui s'unisce il ferro, allo stesso modo, come lo zolfo e il fosforo nell'albumina.

A torto Liebig sostiene che la materia colorante del sangue contiene ossido di ferro (118). Mulder stabilì, con sode ragioni, che il ferro della materia colorante del sangue non è combinato coll'ossigeno. Si può ritirarlo con l'acido solforico concentrato; egli

Google

si comporta allora come il ferro metallico; sottrae all'acqua il suo ossigeno, cangiandosi in ossido di ferro; e in questo stato si combina coll'acido solforico, mentre si sprigiona l'idrogeno. Rimane, allora, un gruppo organico in cui l'ossigeno non è punto alterato in quantità. Se la materia colorante contenesse ferro, allo stato di ossido, l'acido solforico non si starebbe soltanto a levargli il ferro, esso dovrebbe nel medesimo tempo prendergli una parte del suo ossigeno.

Nè migliori ragioni può addurre Liebig per sostenere che il fosforo è contenuto nel corpo animale sempre sotto forma d'acido fosforico. Quando si brucia un corpo albuminoide, si trova nella cenere una quantità d'acido fosforico minore, di quella che si ottiene trattando questo medesimo corpo coll'acido nitrico. Secondo Liebig questa differenza dipenderebbe dal decomporsi d'una parte dell'acido fosforico e dal suo volatilizzare in presenza del carbone sotto l'influenza del calore; insomma i corpi albuminoidi conterrebbero fosforo allo stato di acido fosforico. E se nella cenere si trova men acido fosforico, che trattando per via umida, ciò verrebbe prodotto dal processo chimico che si potrebbe evitare, aggiungendo degli alcali o delle terre alcaline che fissino l'acido fosforico (119).

Ma per quanto io riconosca vero che una parte dell'acido fosforico sotto le circostanze indicate si decompone e volatilizza, non posso a meno di combattere l'opinione che tutto il fosforo de' corpi albuminoidi vi si trovi in istato d'acido fosforico. Quando si tratti la legumina, una prima volta, coll'acido clo-

Digitized by Google

ridrico, col solfato di magnesia e coll'ammoniaca, una seconda volta coll' acido nitrico, col solfato di magnesia e coll'ammoniaca, si ottiene, la prima volta appena una traccia di fosfato ammonio-magnesiaco, e nel secondo caso al contrario se ne raccoglie una notevole quantità (120).

L'acido nitrico è uno dei più potenti mezzi di ossidazione che il chimico possegga; egli trasforma il fosforo della legumina in acido fosforico, ciò che non fa l'acido cloridrico. Il solfato di magnesia e l'ammoniaca precipitano l'acido fosforico sotto forma di fosfato ammonio-magnesiaco. Essi lasciano intatto il fosforo. Se ciò malgrado nel primo caso vi ha un precipitato sotto l'azione del solfato di magnesia e dell'ammoniaca quando si tratti il corpo albuminoso coll'acido cloridrico e non coll'acido nitrico, ciò dipende dal fosfato di calce che tutti i corpi albuminoidi contengono, che l' acido cloridrico discioglie e che è allora precipitato dal solfato di magnesia ed ammoniaca.

Giorno verrà in cui ci sarà dato di apprendere sotto qual forma il ferro, lo zolfo, il fosforo son contenuti nelle sostanze organiche. Per ora, non ne sappiamo nulla (121). Questo solo ci è noto che il ferro, contenuto nella materia colorante del sangue, lo zolfo e il fosforo dei corpi albuminoidi, non assumono la forma d' una semplice combinazione coll'ossigeno.

Si può comparare assai bene l'ufficio del sangue verso i tessuti a quello delle sostanze disciolte nella terra vegetale verso le radici delle piante. Le parti costitutive inorganiche del sangue dipendono dall'a-

Digitized by Google

limento. I carbonati, a mo' d'esempio, si rinvengono sempre nel sangue; ma essi aumentano, in un modo straordinario, sotto il vitto vegetale, e invece sotto l'uso del pane e della carne cedono il primo posto ai fosfati, senza però sparire completamente (Verdeil) (122). Così il sangue d'un cane, nutrito di carne, contiene più acido fosforico di quello de' buoi e delle pecore.

Questo predominio ora del carbonato ed ora del fosfato di soda, nel sangue, non è cosa di lieve importanza; e ciò prima perchè l'acido carbonico e fosforico non sono la medesima cosa; ma, sopratutto, per ciò che mentre i carbonati alcalini non sono di nessun vantaggio ad alcun tessuto, le combinazioni dei fosfati invece sono della massima importanza per tutti.

Liebig è nell'errore, adunque, quando nega ogni influenza sulle proprietà del sangue alle differenze che induce, nella sua composizione, la preponderanza dell'acido carbonico o del fosforico, e quando trascende a dichiarare che il fosfato alcalino è identico nelle sue proprietà al carbonato alcalino (123). Liebig s'appoggia, perciò, sull'asserto che così i carbonati come i fosfati assorbano l'acido carbonico alla medesima maniera. Ma io confutai questa asseverazione colle esperienze. Che se una soluzione di fosfato sodico comune assorbe molto acido carbonico, può tuttavia questo esserne completamente scacciato colla macchina pneumatica (124).

Ora se l'alimentazione fa, entro certi limiti, variare la composizione del sangue, la sua influenza deve farsi sentire sovra i tessuti che dal sangue provengono: quindi pochi divideranno l'opinione di Liebig

Digitized by Google

che trova da maravigliarsi se il sangue di due specie differenti di animali con una diversa composizione riesce al medesimo scopo (125). Non v'ha in ciò nulla di più meraviglioso del fatto che due terre di composizione differente ci danno ambedue de'raccolti. La meraviglia di Liebig proviene da quel suo riguardare la produzione di tessuti come la meta generale della composizione del sangue senza paragonare lo sviluppo de' tessuti colla composizione chimica del sangue. Un che di simile fece Henle quando assegnò i medesimi ufficii ai denti ossei ed ai cornei, forse per la ragione che gli uni e gli altri servono a mordere (126).

I tessuti e le messi derivano, positivamente, da differenti specie di sangue e differenti specie di terre. Ma ad ogni differenza, essenziale, nella composizione del sangue e della terra corrisponde una differenza ne' tessuti e ne' raccolti.

Il sangue in un medesimo individuo preso nel suo insieme presenta una miscela chimica, uniforme, che va dal cuore alle varie parti del corpo trasudando poi ne'tessuti attraverso i vasellini più tenui in cui terminano le arterie. Egli è chiaro, dunque, che una differenza nella composizione de' tessuti può da ciò solo dipendere, che ciascuno degli elementi del sangue abbandona la circolazione, in varii punti, con differente rapidità.

E, invero, la cosa succede, proprio, in questo modo: la storia naturale dell'uomo e degli animali ne possiede un singolare documento.

Noi sappiamo cioè che i vasi capillari, quei canaletti nei quali terminano le arterie e che collegano questi vasi alle vene, possedono, nelle varie parti del

Digitized by Google

corpo un diametro assai differente e formano delle reti che hanno un aspetto caratteristico, per ciascun organo. I capillari del cervello si distinguono per la loro finezza, quelli della midolla dell'ossa, per la loro straordinaria larghezza. Nei nervi, le maglie di queste reti dei capillari sono irregolari ed allungate, nel polmone sono strette e, dal più al meno, romboidali o tondeggianti. Nelle tonache muscolari dell'intestino esse sono, regolarmente, rettangolari. In queste tonache, come nei muscoli in generale, le reti capillari sono assai serrate (Gerlach).

E può qualcuno maravigliarsi se questa disposizione caratteristica dei vasi capillari imprima il suo suggello alla rapidità di cui sono animati gli elementi del sangue, quando attraversano le loro pareti?

Per le materie organiche Schmidt, con bellissimi studii diede a questa supposizione la forma di un fatto istruttivo che fu confermato poi da Wachsmuth in molti casi (127). L'albumina trasuda, più rapidamente, attraverso i vasi capillari della pleura che attraverso quelli che perdonsi nel tessuto connettivo sottocutaneo.

Quanto agli elementi inorganici del sangue, questo rapporto tra la rapidità colla quale dal sangue separansi le diverse sostanze e la composizione dei tessuti fu messa in chiaro nel modo più splendido. Una delle più belle e più solide ricerche di Liebig ci apprese che mentre il sale di cucina predomina nel sangue sul cloruro di potassio, invece ne'muscoli striati si trova, in difetto, in confronto di esso. Ma se nel sangue vi è molta soda e poca potassa, e nei muscoli striati molta potassa e poca soda, e di più,

Digitized by Google

se è certo, che i muscoli traggono, solo dal sangue, tutta la potassa ch'essi contengono, è forza concludere che i vasi capillari dei muscoli lasciano sortire la potassa del sangue più presto della soda.

Nelle cartilagini ha luogo, precisamente, il contrario. Le cartilagini non contengono cloruro di potassio; ma, sibbene, moltissimo sal di cucina. Ne segue, necessariamente, che il cloruro di potassio trasuda, più lentamente, attraverso i vasi capillari del pericondrio, che non attraverso quelli dei muscoli. Che se si confermi la mancanza del cloruro di potassio nelle cartilagini, noi, adoperando il linguaggio dei matematici, diremo che la rapidità colla quale il cloruro di potassio va dal sangue alle cartilagini è infinitamente piccola.

Riguardo al predominio o del cloruro di sodio o del cloruro di potassio vi ha tra le cartilagini e i muscoli il medesimo rapporto che tra il plasma ed i globuli del sangue. Se, in un dato punto del corpo, il liquido trasudato dalle pareti dei capillari si plasma in tessuto muscolare od in cartilagineo, ciò deve dipender primieramente da ciò che in tali punti più che non in altri vi ebbe predominio della soda o della potassa.

Perciò le ceneri dei tessuti ci riescono tanto preziose. La diversità dei tessuti deriva specialmente dalla differenza dei principii inorganici, che trasudano con varia celerità dagli speciali gruppi dei capillari. Queste sostanze inorganiche rimangono, dopo la loro combustione, nelle ceneri, mentre, le organiche volatilizzano all'azione del fuoco.

Quelle sostanze adunque esercitano importantissimi uffici nella formazione dei tessuti. Il cloruro potas-

Digitized by Google

sico è il sale dei muscoli. Il cloruro sodico è il sale delle cartilagini. Così pure il fosfato di calce è l'elemento plastico più essenziale delle ossa; esso entra in combinazione chimica colle sostanze organiche, collogene delle ossa, per cui può prender il nome di sale terroso delle ossa. Il fosfato magnesiaco potrebbe dirsi il sale terroso dei muscoli. Il fluoruro di calcio (un composto in cui l'ossigeno della calce è sostituito dal fluore) distingue le ossa e i denti.

Nei capelli il principio inorganico più importante è il ferro. Il ferro non entra solamente a far parte del globulo sanguigno, dei capelli, ma sì bene anche del cervello e fino del cristallino (128). Egli occorre, secondo Ehrenberg, nei gusci silicei di varii infusorii e tanto vi è costante, quanto nelle ossa dei vertebrati il fosfato di calce (129).

Come può negare dunque Liebig al cloruro sodico ogni influenza sulla attività plastica dei tessuti (130)? Quel sale è pur sì indispensabile nelle cartilagini quanto il cloruro potassico nei muscoli, ed il fosfato calcico nelle ossa!

L'acido fosforico è la sostanza inorganica più diffusa nei corpi animali. Esso combinasi colla calce nelle ossa, colla potassa, e colla magnesia nei muscoli, cogli alcali, colle terre, col ferro nel fegato, e più riccamente ancora colla potassa, colla soda, col ferro, colla calce, colla magnesia nel cervello (131). Tutti i corpi albuminosi contengono una certa quantità di fosfato calcico. E ben dicea Liebig: « senza « acido fosforico non potrebbe formarsi alcuna parte « del corpo nostro (132). » In alcune regioni del nostro corpo, come nel cervello, nell'uovo, nello sper-

Digitized by Google

ma, e già nel sangue l'acido fosforico si copula con un gruppo organico, e forma, così, del grasso fosforato (133). Perciò, malgrado le obbiezioni di Liebig (134), possiamo affermare con tutta ragione che il sangue, il cervello, l'uovo, ed il seme, quegli umori e quegli organi, che siedono nel più alto gradino della vita, contengono tutti un grasso fosforato alla cui presenza e' devono grandissima parte delle proprietà loro. E Breed infatti trovò molto acido fosforico libero nelle ceneri del cervello; ed è noto che il cervello carbonizzato manifesta proprietà acide, arrossando la carta di laccamuffa, acidità che certo esso deve all'acido fosforico libero.

L'importanza della sostanza organica fosforata nella composizione cerebrale è si grande che la sua maggiore o minore quantità basta a differenziare, nettamente, il cervello di varie specie animali; eppure gli studi sui grassi cerebrali sono appena iniziati! Secondo Lassaigne, il cervello ed il midollo allungato del gatto e della pecora non manifestano, dopochè furono carbonizzati, proprietà acide, così energiche come quelli del cavallo. La quantità del grasso fosforato cerebrale diversifica, quindi, nei vari animali (135).

Noi vedemmo come le singole qualità dei tessuti sieno in gran parte determinate, in ogni individuo, dai principii inorganici che trasudano in un tal dato punto dai capillari sanguigni; or bene, nello stesso modo noi potremo rinvenire nelle ceneri di quei corpi alcuni dei caratteri fondamentali della specie, a cui l'individuo appartiene.

Certo l'alimento è la fonte precipua della varia

Digitized by Google

composizione del sangue. E già più sopra io notai come il sangue dell' uomo e degli animali, che cibansi di carne e pane, sia più ricco di acido fosforico, e quello degli erbivori, invece, più ricco di acido carbonico.

Il ferro del sangue dei vertebrati è nella lumaca sostituito dal rame; il fosfato calcico viene invece sostituito dal carbonato nel nicchio degli stagni.

Noi leggiamo, presso Carlo Schmidt, che il carbonato calcico, misto al carbonato di soda, esiste in tanta copia, nel sangue dei testacei, che coll'evaporazione si deposita in cristalli; e tutti sanno come i gusci delle conchiglie forniscano all'industria la calce.

La calce della chiocciola deriva dal sangue, e quella del sangue proviene dall'alimento.

Le ossa dei rettili e dei pesci abbondano di solfato di soda, ed i denti dei pachidermi vanno ricchi di fosfato magnesiaco. Nelle ossa degli erbivori occorre più fosfato magnesiaco che in quelle dei carnivori e dell'uomo.

L'acido silicico entra quasi sempre a formare il tessuto corneo e trovasi nei capelli, nelle lane, nel muco. Le piume distinguonsi per la grande ricchezza di silicati; e gli uccelli granivori, appunto ne vanno provveduti più assai dei pescivori e degli acquatici. Il gallo domestico supera tutti gli uccelli per la quantità dei silicati delle sue penne (von Gorup-Besanez).

E questa speciale affinità, che dimostrano e subiscono i principii inorganici nei nostri tessuti, si osserva pur anche per quelle sostanze che noi ci incorporiamo solo in dati casi eccezionali, sia come rimedio o come alimento.

Digitized by Google

Da questo punto di vista i metalli meritano particolar attenzione. In alcuni animali il fegato, anche normalmente, contiene rame. Nella lumaca la quantità del rame nel fegato corrisponde alla presenza del rame nel sangue (Harless). Genth trovò del rame nel sangue ceruleo del *limulus cyclops* (136), e Bibra ne rinvenne nel fegato dello squilletto, delle trote, del pescecane e della mole (orthragoriscus mola).

Le biade che crebbero in terreni ricchi di certa ocra gialla, contengono talvolta del rame. Da ciò si spiega la possibilità di riscontrare questo metallo nel sangue. Certo, il rame che si ritrovò nel fegato del porco e del bue proveniva dall'alimento.

Il fegato dei vertebrati, anche normalmente mostra una speciale affinità pei metalli. Nel fegato si rinviene spesso del ferro ed in notevole quantità; la bile che viene elaborata dal fegato si distingue, per esempio, dall'urina, per la presenza costante del ferro (137). Questi fatti hanno tanto maggior valore quando si pensi che il fegato entra per molto nella formazione dei corpuscoli rossi del sangue; e questi non potrebbero svilupparsi senza il pigmento ricco di ferro. Io ritrovai che nel sangue delle rane, a cui ebbi esportato il fegato, la quantità di globuli rossi era diminuita in confronto dei globuli bianchi (138).

Dopo aver conosciuto questa affinità del fegato per i metalli, non ci maraviglieremo più se ci verrà fatto di rinvenire a preferenza, nel fegato più che negli altri organi, il mercurio somministrato per medicamento, ed il piombo assorbito nella lenta intossicazione saturnina. Gorup-Besanez rinvenne, in un caso di avvelenamento, il mercurio in grande quantità nel

Digitized by Google

fegato, mentre non ne esisteva punto nel cuore e nei polmoni, e traccie assai dubbie trovavansene nel cervello (139). Or ora il Chatin ed il Bouvier scoprirono il piombo nel fegato e nel cervello d' un uomo morto per paralisi saturnina (140).

La durezza delle parti solide dei corpi animati aumenta, in ragione diretta della ricchezza dei fosfati calcari, così i denti ne vanno più forniti delle ossa medesime. Bibra trovava un rapporto curiosissimo tra gli sforzi a cui venne un osso assoggettato durante la vita e la quantità dei suoi fosfati; come chè fosse la maggiore nello stinco degli uccelli trampolieri, nel femore dei razzolanti e negli omeri di quelli a grande volata.

Se il fosfato calcico venga a mancare nei nostri cibi, le ossa diventano pieghevoli. E tali lo sono nei bambini, in cui le cartilagini diventano osso, man mano che l'ingestione dei fosfati alimentari va arricchendole di calce. E pieghevoli si fanno le ossa dei polli a cui quei sali vengano a difettare.

Pel contrario, la troppa abbondanza di fosfato di calce, rende ruvide e fragili le ossa. Così le ossa dei vecchi riescono fragili, perchè contengono troppa quantità di fosfati.

Da tutte queste osservazioni si può formulare una legge, comune a tutti i corpi animali, una legge che ogni dì più s'arricchisce di nuove prove e di utili applicazioni: Che, cioè, esiste una forte e necessaria affinità tra gli elementi organici dei tessuti e i loro principii inorganici. Questa legge ci dà il diritto di chiamare il fluoruro di calcio, sale dell'ossa e dei denti, il fosfato magnesiaco, sale terroso dei muscoli,

Digitized by Google

il cloruro sodico, sale delle cartilagini, ed il ferro, metallo dei capelli.

Questo rapporto fisiologico, che mostra come i principii delle ceneri dei nostri tessuti non dipendono da pure accidentalità, si riscontra pure in quegli umori che alcuni organi nostri, glandulari, eliminano dal sangue. Il fegato che elabora la bile, i reni che secernono l'urina, la glandula mammaria che dal sangue segrega il latte ne forniscono esempi chiarissimi.

Il fosfato di calce ed i sali di potassa sono tanto necessarii nel latte, come nelle ossa lo è il primo, ed i secondi nei muscoli. Quando si pensa che il nostro corpo consta in gran parte di ossa e di carne, si comprenderà come il latte, da sè solo, basti alla nutrizione del poppante. Esso, infatti, gli porge un principio albuminoide, l'adipe, lo zucchero, i tre campioni precipui dell'organica alimentazione, ed esso gli fornisce, oltrecciò, tutte quelle sostanze inorganiche che noi vedemmo fungere da fattori essenzialissimi nei tessuti.

E come il latte, così pure l'uovo distinguesi per la ricchezza dei sali di potassa, e dei fosfati, i quali ultimi trovansi pure abbondanti nello sperma.

Nella saliva predomina il cloruro di potassio; nei succhi gastrici invece, e più ancora nell'urina, il cloruro sodico.

Questi rapporti presentano anche un fenomeno inverso; e certi sali cioè, pure diffusissimi nel corpo, si vedono difettare in alcuni umori. I solfati, per esempio, mancano nel latte, eppure costantemente occorrono nella bile e nell'urina (141).

Siccome i sali abbandonano il sangue più presto

Digitized by Google

dei grassi e dell'albumina, perciò questo sangue deve contenere una quantità di principii inorganici minore di quella contenuta negli alimenti. Pure alcune di queste sostanze rinvengonsi, in maggiore quantità, nelle ceneri del sangue che in quelle del cibo, per esempio, il cloruro sodico o sal di cucina. Esso è, dopo l'acqua, il principio più costante e più abbondante fra le sostanze inorganiche del sangue (142).

La legge di affinità elettiva, per cui i principii minerali delle ceneri trasudano insieme alle sostanze organiche dalle membrane animali, ci spiega la loro presenza nell' urina. L' urea non può trapassare dai capillari del rene fino ai più sottili canalicoli uriniferi, senza associarsi al cloruro sodico, ed altre sostanze inorganiche. I reni escretano queste sostanze, non già perchè conoscano (come vorrebbe Liebig) che non servono più in pro della vita (143), ma perchè è una necessità fisica della struttura dei loro capillari e dei loro canalicoli, di lasciar passare i sali insieme all'urea.

Le cellule ed i canalicoli delle glandule sono così inretite ed assiepate dai capillari sanguigni, che le pareti dei vasi capillari e quelle dei canalicoli glandulari, su cui si addossano, formano insieme una membrana animale sottilissima, trammezzo alla quale il sangue è in uno scambio continuo col contenuto delle cavità della glandula.

Quantunque l'alimentazione possa diminuire ed accrescere, nei corpi animali, la quantità di certe sostanze inorganiche, pure v' hanno delle proporzioni costanti, che non mutano mai, per variare che si faccia di cibi.

Digitized by Google

Fra questi rapporti costanti sta in prima linea la proporzione del cloruro sodico nel sangue. Un cane, che per diciotto giorni venga nutrito di carne, contiene una quantità eguale in cloruro del cane che per venti giorni fu alimentato di solo pane (144). Schmidt dimostrò come l'alimento e le razze non alterino mai la quantità di cloruro sodico nel siero e di cloruro potassico nei globuli sanguigni (145).

Ma l'esempio più evidente della costanza di questi rapporti proporzionali ci fu offerto dallo Strecker. Sebbene nei foraggi dei ruminanti la potassa predomini sulla soda, pure l'acido coleico della loro bile si trova combinato, quasi esclusivamente, colla soda. La bile del bue contiene, appena, traccie di potassa. La bile dei pesci marini, che dovrebbono pure essere saturati di cloruro sodico, è proporzionatamente più ricca di potassa, che nol sia la bile dei pesci d'acqua dolce (146). E qui ricordo il fatto osservato da Forchhammer per molte piante marine, in cui la potassa predominava sulla soda (147). L'affinità della specie può vincere le circostanze dell'alimentazione.

Nessuno vorrà con questa tesi, combattere la grande importanza plastica delle sostanze inorganiche, cui gli alimenti ci porgono. Poichè in ogni caso si richiede un minimo di quei principii inorganici, senza di cui dovrebbe soffrire il regolare sviluppo degli organismi.

Le chiocciole (il cui guscio è sì ricco di calce) raramente compaiono negli schisti-micacei, nel gneiss e negli altri terreni poveri di calce, specialmente poi se poco ubertosa ne sia la vegetazione. (Rossmässler) (148).

Digitized by Google

Questo fatto ci riesce molto più importante quando dall'altra parte si pensi che la conchiglia della perla (malgrado il suo denso guscio calcare) non trovasi mai nelle acque ricche di calce, e portatavi entro vi muore, per cui non vi ha dubbio che alle volte accada nel corpo degli animali una soprasaturazione dei principii inorganici della terra.

Se centomila parti di acqua contengono una sola parte di carbonato calcare, questa sola basta ai bisogni della madreperla. Essa trae più calce da una acqua che ne sia povera, che un'altra specie non ne cavi da un'acqua ricchissima di calce. Bisogna quindi, ammettere per questo animaletto un esagerato appetito per la calce, appetito che è causa spesso della sua morte (Johnson e Sendtner) (149).

Questo è un esempio, ben netto, contro l'istinto di elezione.

Noi vedemmo, già altrove, come le ossa de' polli perdono della loro durezza, se loro vengano meno i sali degli alimenti. Mulder guariva una famiglia, da una tendenza ereditaria alla frattura, coll'uso del pane di segala e delle carni, con alimenti, cioè, che provvedevano le ossa per la via del sangue della necessaria quota di fosfati terrosi.

Tutti conoscono i danni che la mancanza del ferro induce nel sangue; noi non dobbiamo andarne meravigliati quando pensiamo che il ferro, pel pigmento sanguigno, entra direttamente nella composizione di quell'aggregato organico. Questo difetto di ferro è uno dei fatali segni dell'epoca nostra. Esso non solo offende nell'età del loro sviluppo le zitelle, ma già infierisce nelle adulte e fino negli uomini; ed

Digitized by Google

ormai quasi possiamo parlare, senza metafora, di intere razze clorotiche, per fortuna però, ancora in minoranza a petto dei cuori di bronzo capaci di imprese gagliarde e tenaci.

Pur troppo il male ha sue radici più profonde che non nel sangue, entro ai tessuti.

Io poco sopra accennai al potente aiuto, che trovano nel fegato i corpuscoli bianchi, quando trasformansi in rossi. Ed i medici sanno come, spesso, prima di porgere il ferro all'anemico, conviene dare un indirizzo nuovo agli organi della digestione, al fegato in ispecie.

A questi esempi, noti ai più, io vorrei aggiungere un terzo. Da molto tempo si cercavano, senza prò, le cause del gozzo e di quello imperfetto sviluppo del corpo che suolsi chiamare col nome di cretinesimo (150). Molti uomini autorevoli parteggiavano perchè l'alimentazione cattiva, la troppa abbondanza di magnesia in ispecie, ne fossero la causa. Ma pure la magnesia trovasi, spesso ed in grande quantità, nelle acque potabili senza che ne derivi alcun detrimento. Le fontane di Rhodez contengono cinque volte più magnesia di quelle della vallata dell'Isère, famosa per gozzi, eppure a Rhodez non trovansi gozzuti nè cretini (151).

Chatin si credette sulla via migliore dopo che ebbe a scoprire la diffusione del jodio nella terra, nell'acqua, nell'aria, nelle piante, negli animali, nelle uova, nel latte e nel vino. Gli venne obiettato, è vero, che quel jodio potea provenire dalla poca nettezza dei suoi reattivi (Stevenson-Macadam. Lohmeyer. De-Luca. Martin. Nadler) (152). Ma anche

Digitized by Google

Marchand rinvenne jodio in tutte le acque, e Barral e Meyrac ne trovarono in certi tempi nelle acque piovane. Van Ankum avendo analizzato gran numero di fontane di diverse parti dell'Olanda, osservò una sola volta su 83, mancare l'jodio. Egli ne rinvenne nelle acque del Reno e della Mosa, del Vechte e dell'Issel, nell'aria e nell'acqua piovana; in quest'ultima fu trovato jodio 56 volte ed una volta solo si notò la sua assenza, e molte furono le precauzioni perchè i reagenti da lui adoperati non contenessero traccie di jodio (153). Ora Chatin collegando questo coll'altro fatto, che l'intumescenza della tiroidea cede sotto all'uso del jodio, venne nel pensiero che la mancanza del jodio nelle acque e nei cibi fosse la causa precipua del gozzo e del cretinesimo. Parecchi fatti parvero confermare quelle idee. E Chatin e Fourcault verificarono (ognuno da sè) l'assenza di jodio nei cibi e bevande in quella valle dell'Isère ove il gozzo è così diffuso (154). Quanto più si proceda dal bacino del Rodano verso le Alpi, tanto più trovasi mancare l'jodio nelle acque e nell'aria. Nelle valli delle Alpi che stanno a ridosso dell'Italia, Chatin rinvenne sì poco jodio come nelle vallate dal lato francese.

Tutte le valli più infestate dal gozzo si distinguerebbono, secondo lui, per questa deficienza di jodio, non solo nell'aria e nell'acque, ma anche nel terreno e ne' suoi prodotti (155). Grange assicura poter confermare le osservazioni di Chatin (156). Nadler, finalmente, analizzava in Zurigo (ove abbondano i gozzuti) l'aria, le fonti, le acque del lago, diverse piante, il pane, il latte e le uova, e non gli venne

Digitized by Google

fatto di trovarvi dell'jodio. Una sol volta ne rinvenne delle traccie nell'albume di diciotto ova (156ª). E la prudenza esige, finchè non si provi esser corso qualche errore nell'analisi, che si attribuiscano le contraddizioni più al luogo che al metodo di indagine. Ankum e Nadler assicurano aver atteso alla purezza dei reagenti e infatti trovarono molte volte mancare lo jodio.

Qui i voti devono pesarsi, non numerarsi. Ad ogni modo certo è che a molti chimici parve difettare il jodio in alcuni paesi ed in alcuni altri no.

Questo esempio ci riesce meno netto e sicuro di quello del ferro mancante nel sangue degli anemici e dei fosfati di che difettano le ossa rachitiche. Ciò devesi però ed al piccolo numero di osservazioni raccolte e all'ignoranza nostra sul modo di comportarsi dell'jodio colla glandula tiroidea e cogli altri tessuti del corpo. Tuttavia mal si potrebbe obbiettare a Chatin che l'jodio non sempre vale a guarire il gozzo, come niuno potrebbe negare che il difetto di ferro produca la clorosi, benchè in vari casi di clorosi i farmachi ferruginosi sieno impotenti. Tutti sanno come il ferro giova soltanto quando può veramente essere appropriato dal sangue, anzi non soltanto dal sangue, ma dallo stesso pigmento sanguigno, e qui, fra gli altri organi, molta influenza spetta al fegato.

Grande è l'importanza dei corpi inorganici nei tessuti del nostro corpo; non possiamo dubitarne, benchè assai di frequente noi siamo incapaci di regolare la loro influenza. La struttura e la vitalità degli organi necessariamente si connette ad una certa quantità di principii inorganici e quindi lo studio dei

Digitized by Google

rapporti di questi colle varie parti dei corpi vivi, promette larghi frutti all'agronomia ed al medico.

Ormai conviene ammettere che le sostanze rimaste indietro dalla combustione, i principii delle ceneri, hanno una importanza sì grande nella composizione e formazione dei tessuti, quanto quelle sostanze organiche che in seguito alla combustione si volatilizzano.

L'uomo è un prodotto dell'aria e della terra. La attività delle piante gli desta e mantiene la vita; ed il cadavere ritorna allo stato di aria e di cenere per dispiegare poi nuove forze, sotto novelle forme, nel mondo vegetabile.

Digitized by Google

LETTERA XII.ª

Riduzione negli animali.

Non poche volte, furono rimproverati gl'indagatori dei processi materiali del corpo animale perchè si giovassero troppo più dei lumi della chimica, che non di quelli della fisiologia. Certo, finchè intorno a quei processi noi sapevamo soltanto che, col respiro, si scambia dell'acido carbonico contro dell'ossigeno e che l'orina contiene urea ed acido urico, senza neanche travedere il modo in cui nell'organismo nascono l'acido carbonico ed i componenti dell'urina, il contrasto tra la chimica e la fisiologia era fondato. Ma oggidì tutta la fisiologia della metamorfosi molecolare si basa nella storia dello sviluppo delle sostanze assorbite ed escrete. Gli alimenti ed i materiali delle escrezioni sono i confini, entro cui si rinchiudono la digestione e la formazione dei tessuti.

Coll'esame profondo ed accurato dello sviluppo, una grande parte della fisiologia divenne una sezione di chimica; poichè la biologia si compone della chimica, della fisica e della micrografia degli organismi.

Ormai trascorse quel tempo, in cui il microscopio bastava per dare l'investitura al fisiologo. Questo

Digitized by Google

nome compete solo a chi intraprende la soluzione chimica e fisica dei problemi della vita.

L'assorbimento dell'ossigeno, per la respirazione, è la condizione fondamentale dello sviluppo dei tessuti; ma esso è poi anche la causa prima della formazione regressiva, della riduzione, senza cui non sarebbe la vita.

Tutto il segreto della vita animale sta nello scambio e nella sostituzione dei materiali e delle forme nelle singole parti, senza che venga a cessare la loro generale primitiva impronta. Quei corpuscoli bianchi del sangue, che, in questo istante medesimo, scorrono pel mio corpo, in sei ore, saranno già tramutati in globuli rossi, e questi, al più dopo tre settimane, saranno ridisciolti e sostituiti da altri. E così vanno disfacendosi tutti i principii istologici del corpo per ringiovanire, poi, senza posa.

L'ossigeno che noi ispiriamo passa dalla bocca in un canale, detto trachea, che si biforca in due più piccoli tubi o bronchi e quindi in molti altri canaletti o ramificazioni minori che sono provedute di vescicole parietali e terminali, le quali comunicano fra loro per mezzo dei piccoli bronchi. Le pareti di queste vescichette polmonali sono rivestite da una fitta rete di vasi capillari. L'ossigeno passa dalla trachea nei bronchi e dai bronchi nelle vescichette polmonali; da queste ultime, in grazia della doppia parete composta di cellule epiteliali e della membrana dei capillari, passa nel sangue e col sangue nel cuore. E il cuore, per la via delle arterie che compongono l'arco maggiore della circolazione, spande il sangue impregnato di ossigeno per tutte le parti del corpo.

Digitized by Google

Dalle pareti dei capillari, in cui sboccano le più fine arteriuzze, l'ossigeno penetra nei tessuti. Ed ora va procedendo via via la combustione che tramutò gli elementi del sangue in fattori dei tessuti. Questi elementi istologici si scompongono, quando l'ossigeno si combina colle sostanze d'onde essi risultano. Poichè i prodotti di questa continua combustione non sono più idonei ad alcuna forma organizzata.

La fibra carnea si riduce in creatina, creatinina, acido inosinico. Da una sostanza albuminosa che offre il grado più alto di composizione organica si formano altri corpi azotati, che si distinguono per una ricchezza sempre maggiore di ossigeno. L'acido inosinico, che Liebig rinvenne particolarmente nelle carni del pollo, è una delle sostanze più ricche di ossigeno, che siensi mai trovate nel corpo animale.

Liebig pel primo, con quel colpo d'occhio potente che è tutto suo proprio, riconobbe, come quelle sostanze (creatina, creatinina, acido inosinico) sono stadi di passaggio tra i principii formatori dei tessuti ed i prodotti ultimi della loro riduzione, che noi emettiamo colle escrezioni. Tale ufficio ci era accennato già dapprima dalla composizione chimica di quei corpi; soprattutto bene ce lo facea presentire la facilità con cui la creatina si riduce in urea, la sostanza azotata più ricca di ossigeno che la combustione respiratoria possa dai nostri tessuti produrre.

Che quelle sostanze sieno escrementizie già ce lo indicherebbe il loro entrare nell'orina. Ma che ad ogni modo, come tali passino veramente dal sangue nei reni, ce lo provano Verdeil e Marcet, dopo aver rilevata nel sangue la presenza della creatina e della creatinina (157).

Digitized by Google

Nè quelle tre sostanze sono le sole anella di congiunzione tra l'albumina e l'urea. Come Liebig potè ricavare quelle sostanze dal succo della carne, così Scherer scoperse nella milza un nuovo corpo, anello tra l'albumina e l'urea, l'ipoxantina, che in grazia della sua composizione, potrebbe chiamarsi protossido urico. Questo corpo si differenzia in fatti dall'acido urico, per la minor quantità di ossigeno, nello stesso modo come il protossido di azoto è inferiore, quanto a ricchezza di ossigeno, all'acido nitroso (113).

Dopochè questi stadi di riduzione degli elementi istologici azotati si poterono trovare negli stessi tessuti, non riusciva più strano il rinvenire nei tessuti anche gli ultimi prodotti di questi processi regressivi. Scherer trovava, infatti, nella milza, assieme all'ipoxantina, anche l'acido urico. Ed appunto questo prodotto di progredita combustione si rinveniva in numerosi cristalli, nei muscoli di un *alligator* (158), e da Cloetta nei polmoni del bue (159). Ma l'acido urico stesso è un addentellato, uno stadio di passaggio verso l'urea. Noi dobbiamo la conoscenza di questo fatto agli studi, che Liebig intraprendeva e compiva con sì felice esito sui principii dell' urina. Se voi trattate l'acido urico con del perossido di piombo, un corpo cioè che cede facilmente l'ossigeno e può quindi riguardarsi come promovente la combustione, l'acido urico si tramuta in urea ed acido ossalico. In modo analogo l'acido urico si abbrucerà nel corpo animale in seguito all'ossigeno ispirato. Frerichs iniettava nelle vene dei conigli una soluzione calda satura di urato di soda e di ammoniaca e trovò subito dopo aumentarsi la quantità dell'urea nell'u-

Digitized by Google

rina (160). Mescendo dell'acido urico nel cibo dei conigli si giunge a raddoppiare la quantità dell'urea che essi emettono nell'urina (161).

L'urina di questi conigli conteneva, oltre l'urea, dei precipitati di calce combinata coll'acido ossalico. Questo acido si trova, non di rado, nell'urina degli uomini sani. Normalmente, l' acido urico si riduce, per progressiva combustione, in urea ed acido carbonico; poichè l' acido carbonico non è che un ulteriore grado di combustione dell' acido ossalico. Neubauer, dopo aver somministrato alcuni grammi di acido urico misto a pane e carote a diversi conigli, non trovò che l'acido ossalico fosse punto aumentato nelle loro urine.

L'esito più naturale, dunque, delle spontanee riduzioni dei tessuti è la comparsa, in essi, dell'urea. Millon la scopriva nell'umor vitreo e nell'acqueo dell'occhio, il che fu confermato da Donders e Wöhler (162), e fra poco la si ritroverà anche in altri organi.

Io trovai ossalato d'urea nei muscoli delle rane, cui aveva esportato il fegato (163). Ed ora Buhl e Voit scopersero urea nei morti di colera-tifo e non solo nei muscoli, ma nel cuore, nel cervello, nella milza ed in parecchi trasudati (164). E Bibra riconferma la sua presenza nei muscoli con esattissime esperienze quantitative (165). Grohè pure trovava urea in tutti i grandi essudati della pleura e del pericardio (166).

Ma ancora più importante è la scoperta fatta da Buhl e Voit dell' urea nei muscoli d' un giustiziato che morì senza convulsioni (167).

Digitized by Google

I prodotti, adunque, azotati, di riduzione, quei prodotti che noi emettiamo per le urine, si trovano di già normalmente, nei tessuti vivi e funzionanti. La creatina e la creatinina, l'urea e l'acido urico esistono già nei tessuti dei corpi animali.

Son pochi anni dacchè s' intraprese lo studio di questi principii di riduzione e già numerose osservazioni ci vanno irremissibilmente provando che le sostanze albuminose abbruciano nei corpi animali viventi così bene come il grasso e lo zucchero. Ma la è una lenta combustione e quindi dapprima se ne ottengono solo delle sostanze ricche di carbonio.

La leucina che si otteneva già da qualche tempo, facendo agire l'ossigeno nei corpi albuminosi e collogeni si trovò ora, fisiologicamente, nella milza, nella tiroidea, nel timo, nelle glandule salivali, nella saliva, nel pancreas, nel liquido pancreatico, nei polmoni, e nelle glandule linfatiche, e si rinvenne pure in cervelli e fegati ammorbati (Frerichs e Städeler, Cloetta, Scherer e Gorup Besanez (168). Il pancreas, secondo Gorup Besanez, contiene un corpo analogo alla leucina, che diversifica solo per una minore quantità di carbonio e di idrogeno e per la grande difficoltà di disciogliersi nell' alcool (169). Frerichs e Städeler rinvennero tirosina (un corpo più ricco d'ossigeno della leucina) nella milza dei buoi e nel pancreas.

I polmoni contengono la taurina, il principio solforato dell'acido coleico (Cloetta) e ne contengono pure le carni dei molluschi, secondo Fremy e Valenciennes (170). Cloetta trovò, una volta, questo corpo nei reni del bue, nei quali con un'altra analisi rin-

Digitized by Google

venne la cistina, sostanza solforata e più ricca di carbonio e più povera di ossigeno della taurina (171). La leucina e la tirosina sono i prodotti comuni della putrefazione dei principii albuminoidi e delle sostanze cornee.

E come appunto lo stadio dell'ammoniaca è l'ultimo a cui arrivi la putrefazione per la trasformazione dei corpi azotati, così pure i sali di ammoniaca furono da Städeler e Frerichs ritrovati anche nel timo fresco dei vitelli (172). Schmidt scopriva nella retina dell'occhio un composto ammoniacale, *la trimetilamina,* sostanza in cui tre equivalenti di idrogeno sono sostituiti da tre equivalenti di metilo, che è una combinazione di carbonio ed idrogeno (173).

Queste materie di riduzione nascono per i processi di decomposizione che hanno luogo nel corpo vivo, nello stesso modo, come nel laboratorio di chimica e per la putrefazione. Se non che dal corpo vivo esse vengono rigettate, come scorie.

Nè ci desti meraviglia che il chimico sia giunto a preparare artificialmente, colla combustione delle materie costituenti dei tessuti, l'urea, uno dei precipui prodotti di trasformazione della materia nel nostro corpo. Bechamp col mezzo del permanganato di potassa trasformava l'albumina, la fibrina e la gelatina in urea (174). Il permanganato di potassa sotto l'influenza d'un corpo avido di ossigeno, si decompone in potassa, perossido di manganese e ossigeno, così che quest'ultimo, trovandosi in istato nascente ed in un liquido alcalino, può agire nelle migliori condizioni sulle sostanze organiche.

L'acido carbonico si può riguardare come l'ultimo

Digitized by Google

prodotto della combustione degli elementi istologici non azotati, come l'urea ordinariamente è il prodotto ultimo della riduzione dei principii azotati.

Fu un tempo in cui la biologia e la chimica organica derivavano l'acido carbonico dell'aria espirata dalla combustione del carbonio, senza ricercare la forma in cui questo carbonio venne a bruciare. Si parlava perfino dell'ossidazione di carbonio libero, benchè questo non si rinvenga nell'organismo. I componenti non azotati dei nostri tessuti sono sostanze adipose ed adipogene; in grazia della combustione progressiva, essi arrivano al termine della decomposizione, riducendosi in acido carbonico ed acqua.

L'acido lattico, l'acido butirrico, l'acido acetico, l'acido succinico, l'acido formico, l'acido ossalico sono i gradi intermediari tra lo zucchero ed i grassi da un lato e l'acido carbonico e l'acqua dall'altro. Incominciando dall'acido butirrico ognuno degli acidi che seguono si distingue dal suo precedente per una maggiore quantità di ossigeno. L'acido formico, sotto una ulteriore ossidazione, si decompone in acido ossalico e acqua. La combinazione di acido ossalico ed acqua si riduce, abbruciando, in acido carbonico e l'acqua resta in libertà.

L'acido lattico che si considera ora come uno dei principii dei muscoli (Liebig) si trovò tanto nei muscoli lisci come negli striati (Lehmann, Sigmund 175). Bibra lo trovò nel cervello. Lo si osservò nel fegato, nel pancreas, nella milza, la tiroidea ed il timo (176). L'acido succinico fu trovato da Heintz in un fegato ammalato e da Gorup Besanez nel timo, nella milza, nella glandula tiroidea. L'acido butirrico, l'acido ace-

Digitized by Google

tico e formico esistono come il lattico nelle carni (Scherer 177). La milza contiene acetato di ossido di ferro. L'acido ossalico fu da Schmidt trovato nel muco e da me nei muscoli delle rane private del fegato. La completa combustione che ha luogo nei corpi animali in grazia della respirazione trasforma tutti questi acidi in acido carbonico ed acqua.

L'acido carbonico, i carbonati e l'acqua trovansi in tutti i tessuti. E la combustione, in seguito alla quale l'acido carbonico e l'acqua compaiono nei tessuti, ha luogo anche spontaneamente senza l'intermedio della circolazione del sangue. Dei muscoli separati dal corpo, esposti all'aria od all'ossigeno puro, respirano come se fossero nel corpo. Mentre la corrente del sangue porta l'ossigeno inspirato nei tessuti, questi nel nostro caso, sono circondati dall'ossigeno. Essi scambiano il loro acido carbonico contro l'ossigeno (Giorgio Liebig 178). Questa combustione lenta dei tessuti è il nucleo del processo della respirazione, a cui l'introduzione dell'ossigeno nei polmoni porge soltanto il neccessario modo d'intervento.

I prodotti della riduzione penetrano nel sangue a misura che vanno accumulandosi nei tessuti. E quindi il sangue trovasi contenere creatina, creatinina, urea ed acido urico, acido formico e carbonico.

Pure molto tempo trascorse prima che quelle sostanze si potessero rintracciare nel sangue. L'urea fu la prima a mostrarsi dopo l'acido carbonico. Dopo questa scoperta vieppiù convalidavasi l'opinione che le materie escrementizie dai tessuti fossero trasportate ai polmoni ed ai reni per la via del sangue;

Digitized by Google

si raddoppiò allora di attenzione e si giunse, con più esatta analisi, a ritrovare, nel sangue, tutte quelle sostanze, la cui presenza era assai difficile di constatare come che esse non facciano che percorrerlo, rapidamente, senza fissarvisi.

L'acido carbonico che si versa nei polmoni insieme al sangue del ventricolo destro del cuore, penetra per la doppia parete (costituita dai capillari e dalle vescichette polmonali) nella cavità di queste vescichette, come l'ossigeno dalle vescichette polmonali passa nei vasi capillari.

L'acido carbonico proveniente dal sangue, e l'aria atmosferica inspirata si scambiano nelle cavità dei bronchi e della trachea seguendo le solite leggi della diffusione dei gaz. Agli effetti di questo si aggiunge che il petto si ristringe nei moti espiratori. Una colonna d'aria carica di acido carbonico vien spinta fuori. Dopo una piccola pausa, all'espirazione, tien dietro la inspirazione; la cassa toracica si allarga, l'aria ossigenata si scambia con quella povera di ossigeno e così si rinnova tutto il processo. I polmoni sono solamente un banco di scambio. L'acido carbonico si restituisce al mondo esterno, vi si disperde e come alimento vegetale lo rabbellisce del verde tappeto. L'ossigeno viene scambiato dall'acido carbonico. Il sangue, arricchito d'ossigeno, precipita dai polmoni nel vestibolo sinistro del cuore e da questo in tutte le parti del corpo e rinnovella la generale combustione che sotto forma di nutrizione e di riduzione sostiene le precipue attività animali.

Come la respirazione libera il sangue di una grande parte del suo acido carbonico, così la secrezione re-

Digitized by Google

nale lo priva dei principii urici. I reni attraggono l'urea e l'acido urico, la creatina e la creatinina. Essi allontanano questi principii dal sangue con tale rapidità che le più esatte analisi riescivano appena a sorprenderli nel corso della circolazione.

L'attività del corpo si misura dalla quantità di sostanze escrementizie che vennero emesse. Quanto più grandi sono gli sforzi a cui i singoli tessuti vanno soggetti tanto più presto si riducono i loro principii nelle sostanze, le quali dal sangue passano ai polmoni ed ai reni, da cui vengono eliminate dal corpo sotto forma di aria espirata e di urine.

In uno sforzo esagerato le sostanze di trasformazione dei principii costituenti dei tessuti si ammassano in una grande quantità nei tessuti stessi. L'attività dei muscoli consiste nell'accorciamento delle loro fibre, le quali mettono in moto le ossa come tante leve. Berzelius e Du-Bois Reymond provarono che la quantità dell'acido lattico si aumenta sempre più nei muscoli, quanto maggiori sono gli sforzi a cui essi vadano soggetti (178).

Il muscolo in riposo non contiene succhi acidi (Giorgio Liebig e Du-Bois Reymond). Quel muscolo che continuamente da un breve riposo passa al moto, il cuore, secondo alcuni, contiene più creatina di tutti gli altri muscoli, mentre il Ranke che nega questo fatto distingue il cuore per la regolare presenza di creatinina. E gli uccelli che (secondo le osservazioni di Scharling e di Boussingault) espirano nove volte più acido carbonico dell'uomo (179), sono fra tutti gli altri animali i più ricchi di creatina. Liebig rinvenne l'acido inosinico nel brodo dei polli. Ad ogni

Digitized by Google

forte respirazione corrisponde una più rapida riduzione di albumina e di grasso. Dalla quantità di acido carbonico di acqua e di urea che un uomo secerne in un dato tempo, si può misurare la energia delle sue metamorfosi molecolari. La celerità dello scambio della materia è la misura della vita.

Gli uomini secernono in uno stesso periodo di tempo maggior quantità di acido carbonico e di urea che non secretino le donne: questo fatto esprime assai bene la proporzione delle loro rispettive idoneità al lavoro. I fanciulli emettono assolutamente (non già relativamente al peso del loro corpo) meno acido carbonico ed urea delle donne. Nei vecchi quella escrezione subisce un notevole decremento. La energia massima dello scambio molecolare si manifesta tra il 30° ed il 40° anno della vita, il periodo, in cui l'attività creatrice dell'uomo è nel suo maggior vigore.

I prodotti di riduzione sono però escreti oltrechè dai reni e dai polmoni, anche dalla pelle e dall'intestino.

L'ossigeno inspirato penetra col sangue nella cute. Anche nella cute si forma dell'acido carbonico, il quale si scambia attraverso l'epidermide coll'ossigeno dell'aria, tanto come nei polmoni attraverso alle pareti delle vescichette polmonali. Perciò si può, a buon diritto, parlare di una respirazione cutanea. Ma colla respirazione polmonale, si assorbe maggior volume di ossigeno, che non si esali di acido carbonico, cosicchè lo spazio cui viene ad occupare l'aria espirata allo stato di siccità è minore di quello dell'aria inspirata; invece la pelle elimina molto più di acido carbonico che non assorba di ossigeno. (Gerlach di Berlino 180).

Digitized by Google

Negli escrementi degl'intestini, oltre agli accidentali residui insolubili dei cibi, noi troviamo bile, succhi intestinali, e muco. E siccome queste sostanze contengono azoto, così, anche per loro mezzo, noi emettiamo parte delle sostanze di riduzione dei principii albuminosi del sangue, sebbene queste, dopo che vennero decomposte si trovino, sopra tutto, nelle urine. I capelli che cadono, l'epidermide che si disquamma e nell'interno e alla superficie del corpo, e le unghie che noi tagliamo, aumentano le sostanze azotate delle escrezioni nello stesso modo dell'urina.

Ma la pelle e l'intestino non sono agenti escretori così energici come i polmoni ed i reni. Nel peso complessivo delle materie escrete le feci contano, appena, per un quattordicesimo od un diciottesimo. E l'acido carbonico, che si esala dai polmoni, supera quello esalato dalla pelle, secondo Scharling, quasi di un trenta, e secondo Gerlach, di più che novanta volte.

Lo zolfo ed il fosforo dei principii albuminosi dei tessuti si riducono coll'ossidarsi in acido solforico e fosforico. Questi acidi decompongono il carbonato sodico del sangue. Noi li ritroviamo, di nuovo, nell'urina in istato di solfati e di fosfati. Da ciò deriva che cogli alimenti albuminosi non solo si accresce nell'urina l'urea, ma pur anche i solfati e fosfati terrosi. (Lehmann).

E qui è da notarsi, in modo generale, che i principii inorganici si associano ai plastici non solo nell'atto della nutrizione, ma anche nel processo di riduzione. L'acido urico nelle urine non compare come acido libero, ma unito alla soda. Anzi, tutte

Digitized by Google

le sostanze inorganiche che abbandonano il corpo, si espellono principalmente per via delle urine. Però cziandio le feci, il muco, le unghie, l'epitelio, ed i capelli escretano sostanze inorganiche che non servono più all'organismo, ed in ispecie sali terrosi ed il ferro.

Siccome il ricambio della materia è la misura della vita, si comprende, da sè, che non solo il più forte individuo offrirà la trasformazione più rapida, ma che ad una elevata attività dovrà corrispondere anche una più celere riduzione. E questo, infatti, avviene sempre. Lo sforzo corporeo, non solo aumenta l'urina ed il sudore, ma accresce pure l'urea nell' urina, e l' acido carbonico che noi espiriamo. Secondo le analisi di Gerlach, un uomo in nove ore di moto, esala dalla pelle tanto acido carbonico quanto ne avrebbe esalato in ventiquattro ore di quiete; ed in un cavallo, al trotto, la medesima escrezione è centodiecisette volte maggiore che non sia in un cavallo in riposo. Un corriere inglese che percorreva, in cento ore, un cammino di cinquecento ore, perdeva, per un sì energico sforzo, quattordici chilogrammi del peso del suo corpo (180).

A tutto buon diritto, noi diciamo di un uomo che alacremente pensa: *Il capo gli bolle;* un grande lavoro intellettuale aumenta l'appetito, tanto quanto il moto dei muscoli. L'appetito è un vero indizio sensorio dell'impoverimento del sangue e dei tessuti. La escrezione per la pelle, pei polmoni, pei reni, viene accresciuta dall' attività cerebrale, come dal lavoro muscolare. L' origine delle sostanze escrementizie si deve sopratutto cercare nei tessuti la

Digitized by Google

cui attività è messa in gioco dalla loro lenta combustione che risulta dalla respirazione parenchimatosa.

Pure la riduzione comincia già nel sangue. Poichè dovunque siavi ossigeno nel corpo ha luogo la combustione.

Certo i precipui componenti del sangue, nel breve tempo che vi rimangono, non possono ridursi, per la combustione, in sostanze di escrezione. Essi toccano appena il grado di fattori dei tessuti; la loro trasformazione è, pel nostro punto di vista, uno sviluppo progressivo.

Il grasso però subisce già nel sangue una combustione parziale, una riduzione in acido carbonico ed acqua che sono i gradi ultimi della loro decomposizione. Quantunque, in generale, le pareti dei vasi trasudino nei tessuti più albumina che grasso, tuttavia, dopo l'introduzione di albumina e di grasso (per via dei cibi) la quantità di grasso che si porta nel sangue scompare più rapidamente che non quella della albumina (Thompson); e poichè il grasso, in confronto dell'albumina, abbandona assai lentamente i vasi, dev'essere la combustione che spiega la più rapida diminuzione del grasso nel sangue. Durante la digestione s'aumenta l'espirazione dell'acido carbonico (Vierordt).

L'acquavita, il vino, la birra, subiscono, nel sangue, una combustione. Una parte del loro alcool si abbrucia nel sangue come nell'aria, ad un calore di trenta a quaranta gradi, e si riduce in acido acetico, probabilmente, dopo esser passato per lo stato intermedio dell'*aldeide*, sostanza che differisce dall'acido acetico per la minore quantità di ossigeno in essa

Digitized by Google

contenuta (Bouchardat e Sandras, Duchek). L'aceto si ottiene da una incompleta combustione dell'alcool. Questa combustione ha luogo nel sangue come vi ha luogo quella dell'ammoniaca che si trasforma in acido nitrico. Per mezzo di un'ulteriore ossidazione l'acido acetico si trasforma in acido ossalico ed acqua, e l'acido ossalico si riduce, in ultimo, in acido carbonico (181).

Tutte le modificazioni che la respirazione induce nel sangue si spiegano colla sua combustione e colla perdita dell'acqua. In seguito alla combustione, nel sangue arterioso, si trova più fibrina e meno grasso che nel sangue venoso, il quale non fu ancora modificato dalla respirazione. L'albumina del sangue venoso, per l'assorbimento dell'ossigeno, si trasforma in parte in fibrina, ed una parte del suo grasso cangiasi in acido carbonico ed acqua. L'aria espirata non solo è più carica d'acido carbonico dell'inspirata, ma essa contiene anche una quantità maggiore di acqua. Il sangue delle vene, mentre attraversa i capillari dei polmoni, abbandona dell'acqua all'aria delle vescichette polmonari. Perciò il sangue dell'arteria polmonale (che porta ai polmoni il sangue venoso) è più ricco di acqua che non sia quello delle vene polmonari, le quali trasportano al cuore il sangue reduce dai polmoni. Perciò il sangue delle piccole vene contiene più acqua di quello delle arterie, il che non è poi in contradizione col fatto, che la vena cava, la quale fornendo la bile e l'urina deve perdere molt'acqua, ne contiene minor copia del sangue arterioso. (Lehmann 182).

Al variare della composizione corrisponde un cam-

Digitized by Google

giamento nelle proprietà. Il sangue rosso-scuro delle vene diviene di un rosso-chiaro colla respirazione. Il sangue della lumaca, sotto l'azione dell'ossigeno, si fa bleu, e si scolora sotto l'azione dell'acido carbonico.

Il sangue, adunque, abbandona costantemente negli organi del corpo i suoi principii, i quali diventano fattori dei tessuti, e questi principii, per l'azione stessa dei tessuti, si decompongono in urea, acido carbonico ed acqua, e le materie escrementizie poi percorrono velocemente il corso del sangue per giungere ai polmoni, ai reni, alla pelle, al retto, ed escire così fuori del corpo: da tutto ciò deriva che il sangue ed i tessuti soffrono nel processo della vita un impoverimento, per sopperire al quale, è necessaria appunto l'alimentazione.

Questo ricambio dei materiali si organa assai celeremente. L'uomo muore di fame, in media, dopo quattordici giorni. Nel momento della morte il corpo di un vertebrato di qualsiasi classe sofferse una perdita di quattro decimi del suo peso. Se questa perdita di peso potesse durare, senza che ne avvenisse la morte, un uomo in trentacinque giorni avrebbe consumato tutto il suo corpo. Poichè se si moltiplica due volte e mezzo quei quattro decimi che si trovano al momento della morte, se ne ottiene l'unità ossia l'intero peso del corpo. La morte, per inanizione, accade dopo quattordici giorni; ora $2\ ^1/_2$ moltiplicato per 14 dà 35.

Se noi, cogli alimenti, sostituiamo il perduto, il corpo si mantiene nel peso che avea dapprima. E siccome lo scambio di materiali ha luogo più celeremente, mangiando, che non digiunando, così è

Digitized by Google

lecito supporre che il corpo in venti a trenta giorni trasformi la maggior parte della propria sostanza.

Barral perdette, in ventiquattro ore, un quattordicesimo del proprio peso in estate, e nell'inverno un dodicesimo. Nei diversi individui questa perdita quotidiana può variare di molto. Laun in Saar-Louis trovò, con accuratissime indagini, tenendo un metodo dietetico regolatissimo, che in ventiquattro ore egli sottostava ad una perdita corrispondente alla ventiduesima parte del peso del corpo (183).

Questa perdita viene sopperita dall'alimento e dall'ossigeno inspirato; poichè il sangue non si produce dal solo alimento, ma dal cibo insieme e dall'ossigeno, e questo, anzi, influisce ancora di più sulla nutrizione dei tessuti, che sulla sanguificazione. Posto, adunque, che in inverno noi perdiamo, ogni giorno, un nuovo dodicesimo, in estate un nuovo quattordicesimo del nostro corpo, noi certo, potremo aver trasformato il nostro corpo, ogni dodici od ogni quattordici giorni, e secondo Laun, ogni ventidue giorni.

Liebig partendo da un altro punto di vista viene alla medesima conclusione sulla rapidità della nostra metamorfosi. Un uomo sano ed adulto, dic'egli, possiede, in media, all'incirca ventiquattro libbre di sangue. L'ossigeno, che noi in quattro o cinque giorni, assorbiamo col respiro, è sufficiente per ridurre il carbonio e l'idrogeno di quelle ventiquattro libbre di sangue in acido carbonico ed acqua (184). Ma il sangue compone circa un quinto del peso di un uomo adulto (185). Se, dunque, occorrono cinque giorni per eliminare il sangue colla metamorfosi della ma-

Digitized by Google

teria, ne segue che tutto il corpo, in cinque volte cinque, ossia in venticinque giorni, potrà essere trasformato. Io ho trovato con Marfels, che i globuli sanguigni della pecora introdotti, in gran numero, nelle vene della rana, sparirono completamente, dopo diciasette giorni (186). E come il tramutamento della materia va più lento nelle rane, che negli animali a sangue caldo, così si deve concludere, che i globuli sanguigni dell'uomo devono essersi trasformati in meno di diciasette giorni.

Gli è dunque, pressochè certo, occorrere, al più trenta giorni, prima che noi riesciamo a completare la metamorfosi del nostro corpo. I sette anni che loro assegna il volgo sono una fortissima esagerazione, e se Jean Paul avesse voluto dare colorito scientifico ad un suo scherzo sulla legalità del matrimonio, doveva ridurre, ad un mese, il tempo, dopo cui vivrebbero insieme in adulterio moglie e marito, poichè, dopo quel tempo i due esseri non sono, davvero, più quei medesimi che erano prima.

Per quanto questa rapidità sembri, a primo occhio, incredibile, tuttavia essa s'accorda con tutte le osservazioni che si fecero in proposito.

Secondo Stahl, delle allodole perdettero in un giorno tutto il grasso, che loro si era accumulato durante la notte (187). Io riferii, poco sopra, come in 7 od 8 ore il chilo degli alimenti fornisce le cellule del sangue (124). E chi non sa come, in pochi giorni, un uomo malato può dimagrire, così, da non riescire più riconoscibile?

La rapidità dello scambio della materia, che per tanti modi ci si manifesta, ci farà sembrare meno

Digitized by Google

strano il fatto rilevatoci da Bidder e Schmidt. Secondo essi un adulto del peso di centoventotto libbre secreta, in ventiquattr'ore, tre libbre di saliva, due e mezzo di bile, e più di ventotto libbre di succo gastrico.

Un fumatore, che abbia la mala pratica di sputacchiare può perdere, in una mezza giornata, la ottantacinquesima parte del proprio corpo in sola saliva. Nelle ventiquattro ore un quarto del nostro peso, sotto la forma di succo gastrico, circola dal sangue al ventricolo e dal ventricolo al sangue.

I varii individui scambiano la materia con celerità differente. Io notava, già sopra, come l'uomo scambi i suoi materiali più presto della donna, l'adulto più presto del vecchio. Operai e pensatori mutano la miscela del loro corpo più rapidamente che non gli oziosi ed i fannulloni.

Gli uomini che sentono molto, che sono commossi da speranze e da illusioni e quindi da crudeli disillusioni, mettono più fortemente in moto il loro sangue e consumano, davvero, la vita più presto; essi vivono più celeremente, perchè in loro lo scambio dei materiali si completa con rapidità maggiore che non negli altri uomini.

L'assimilazione del cibo si può mettere in contrasto con quella dell'ossigeno, non però nel senso che l'ossigeno esiga una parte dell'alimento, come agente respiratorio, mentre l'altra serva da agente plastico.

L'alimento, che plasma i tessuti, e poi sotto l'azione dell'ossigeno, si muta mano mano in sostanze escrementizie, è sempre lo stesso materiale che passa per varii gradi dello sviluppo. Colla digestione i prin-

Digitized by Google

cipii alimentari si trasformano in componenti del sangue; in grazia dell'ossigeno questi si mutano in fattori dei tessuti; l'azione ulteriore dell'ossigeno dà luogo alla riduzione. L'essenza di questa è una lenta combustione di grasso, albumina, sostanze collogene ed elastina. Ultimi termini della combustione sono l'acido carbonico, l'acqua, l'urea e l'ammoniaca.

Fino a che la sanguificazione e la escrezione si equilibrano l'una l'altra, il corpo non subisce mutazione alcuna nella somma delle sue sostanze. Questo equilibrio si mantiene nello scambio dei materiali come ha luogo nell'adulto. Voi potrete pesare varie volte, per varii giorni, un uomo di trenta a quaranta anni, senza notare mai alcuna differenza di peso, fatta che siasi eccezione dalla differenza indotta dalle sostanze direttamente ingeste od espulse. Dividendo la differenza per varii giorni essa riesce pareggiata completamente.

Nel vecchio, invece, l'equilibrio è turbato. La digestione non è più sì forte come nel fiore dell'età, ed, in seguito, diminuisce l'introduzione dei cibi e delle bevande. Eppure continua l'azione dell'ossigeno e continua, quindi, la riduzione regressiva dei tessuti e diminuiscono i succhi nutritizii. Ciò si può provare colla bilancia, e anche colla sola vista. Le parti del corpo, ricche d'umori, per esempio, il globo dell'occhio, cominciano nella vecchiezza, ad essere meno turgide, la cornea s'appiana; e quindi la miopia decresce. Le ossa dei vecchi perdono molto della loro elasticità, perchè contengono acqua in minore copia dell'adulto (Fremy) (189).

E siccome la combustione coglie soltanto le so-

Digitized by Google

stanze organiche, e siccome le sostanze inorganiche abbandonano il corpo meno presto che non l'albumina ed il grasso, così i sali, specialmente terrosi, vengono ad accumularsi nei tessuti. Le ossa si mostrano stranicche di calce e fragili, e le pareti dei vasi e le loro valvule si fanno cretacee.

La involuzione, essendo più forte dello sviluppo, irremissibilmente ne segue la riduzione dei tessuti.

E la mascella inferiore s'assottiglia, donde l'aguzzo mento dei vecchi. Il grasso sotto-cutaneo subisce una grande diminuzione, e la pelle della fronte e delle mani, perciò, si raggrinza. I muscoli mancano di tono, non possono più estendere la spina dorsale, lasciano penzolare il capo, e noi ci meravigliamo come di una rarità, di un vecchio che porti eretta la testa, e sicuro l'incesso. Le corde vocali si fanno aride, perdono di elasticità e vibrano meno, sicchè la voce riesce ruvida, chioccia, e spesso gracidante. Il peso del cervello decresce sino dal cinquantesimo anno di età (Peacock) (190).

Secondo le analisi di Böcker, durante il sonno le escrezioni sarebbero, a pari circostanze, aumentate in confronto di quelle della veglia, mentre nello stesso tempo sarebbe diminuita la riduzione del cervello (191).

Nel fanciullino pur mo'nato, che dorme più assai che non vegli, lo sviluppo dei tessuti si fa rapidamente. Quando esso è desto non è più nelle stesse condizioni che quando sonnecchia; egli grida, gioca, si lagna, si arrabbatta, e perciò abbisogna più che non l'adulto di lunghissimi sonni per disperdere una minore quantità di acido carbonico. Nè il sonno gli

Digitized by Google

giova soltanto collo scemare le perdite, ma sì anche col promuovere, direttamente, il suo maggiore sviluppo. Nei vecchi, all'invece, che tanto soffrono di insonnia, la produzione, la nuova formazione, è rallentata. E siccome, malgrado il lavoro di Böcker, noi dobbiamo ammettere che in una nottata tranquilla si disperde meno peso che non in una veglia irrequieta; così nei vecchi, deve accrescersi, sempre più, la sproporzione tra l'ematosi e la riduzione. Colla materia viene meno anche la forza. E a poco a poco così si va avvicinando la fine. La morte è una sottrazione delle forze, e questo è un effetto dell'impoverimento della materia.

Digitized by Google

LETTERA XIII.ª

Riduzione nella pianta.

Tutto ciò che il corpo animale secerne in seguito al processo riduttivo, viene in parte espulso, direttamente, dal corpo per la via della cute, ed in parte, si raccoglie nelle cavità interne, nella vescica, nel polmone, nella cistifellia, e da queste poi viene emesso per l'uretra, per la trachea e per gli intestini. Le materie escrementizie, senza eccezione, appartengono agli ultimi gradini della decomposizione.

Lo elemento predominante fra le materie escrete dalle piante è l'ossigeno, il quale viene, in grande copia, esalato dalle parti verdi di esse, sotto all'azione della luce. Ma mentre l'acido carbonico, che l'animale espira è un prodotto di riduzione, l'ossigeno, cui la pianta escreta, è un prodotto di formazione.

Se noi vogliamo dare uno sguardo complessivo a tutta la natura organica, al mondo delle piante insieme ed a quello animale, ci accorgeremo che lo sviluppo della materia (dalla più semplice combinazione fino a quella dei componenti del sangue) si basa, tutto, sulla sottrazione dell'ossigeno. Compita però la sanguificazione, lo sviluppo delle sostanze organiche si deve ad un processo di ossidazione pro-

Digitized by Google

gressiva. Ma bentosto lo sviluppo avendo toccato la vetta, si trasforma in regressione.

Le piante devono all'acido carbonico ed all'acqua i precipui elementi del loro corpo. Ma già l'acqua contiene tanto ossigeno quanto, proporzionatamente all'idrogeno, se ne può trovare nei più diffusi principii delle piante.

La cellulosi, dopo l'acqua, è la sostanza ch'entra in maggior massa e quantità, nel corpo dei vegetabili, dal povero fungo che consta di poche serie di cellule, all'abete robusto e gigantesco. La cellulosi è una combinazione di carbonio con idrogeno ed ossigeno, i quali due ultimi trovansi nelle stesse proporzioni come nell'acqua. Perciò qualcuno asserì che essa era un composto di carbonio e di acqua, il che non fu detto con molta giustezza; infatti non ci consta punto nè poco che quei due corpi si trovino nella cellulosi sotto forma di acqua. Certo è soltanto che la cellulosi si forma dall'acido carbonico e dall'acqua, e che l'acqua sola colla quantità di idrogeno necessaria per fare della cellulosi, somministra tanto ossigeno quanto corrisponde alla composizione della cellulosi. Ora l'acido carbonico contiene molto più ossigeno che non ne contenga l'acqua. Una parte dell'ossigeno viene senza dubbio somministrata alla cellulosi dall'ossigeno dell'acido carbonico. Ne nasce quindi una soprabbondanza di ossigeno.

L'acqua sola, per rapporto all'idrogeno, contiene la medesima proporzione di ossigeno che si trova nella cellulosi; e l'acido carbonico, per rapporto al carbonio, ne contiene molto di più. Da ciò ne segue che la cellulosi non si può formare dall'acqua e dal-

Digitized by Google

l'acido carbonico, senza che venga posta in libertà una certa quantità di ossigeno. Tutto l'idrogeno ed il carbonio dell'acido carbonico e dell'acqua che formano la cellulosi, si fissano nella pianta, mentre più che due terzi dell' ossigeno di quei due corpi vengono messi in libertà ed esalati dalle piante.

L'amido e la destrina, lo zucchero e la gomma hanno comune colla cellulosi il carattere, di contenere solo quel tanto di ossigeno che loro può esser fornito dall'acqua, il cui idrogeno entra nella loro composizione. Poco importa adunque quale di queste sostanze si sviluppi dapprima nel corpo delle piante. Una secrezione abbondante di ossigeno è ad ogni modo necessaria pello sviluppo così della destrina o dell'amido, come della cellulosi. Quando la pianta trasforma l'acido carbonico e l'acqua in cellulosi, in amido, in destrina, essa esala ossigeno.

Le pareti delle cellule vecchie sono composte oltrechè di cellulosi anche di ligneo, il quale si deposita, all'esterno, in istrati puri o misti di cellulosi. Il ligneo è un grado più avanzato di sviluppo della cellulosi. Esso contiene minor quota d'ossigeno, sicchè la cellulosi non potrebbe formare ligneo senza un nuovo sprigionamento di ossigeno.

Più povero ancora di ossigeno è il sughero, il quale tanto abbonda nelle pareti delle cellule che rivestono l'epidermide. Le patate sono coperte di vari strati, le cui cellule constano di sughero. I più delicati peli delle piante e le spine sono rivestite di sottili strati di sughero. Se si fanno bollire coll' acido nitrico i gusci durissimi dei nocciuoli dei nostri frutti, si vedono disgiungersi le cellule che prima erano con-

Digitized by Google

giunte da uno strato di sughero. Il sughero è portato a vari gradi di combustione dall' acido nitrico e finalmente si tramuta in acido succinico ed acido suberico, e quindi è disciolto (Mitscherlich 192). E siccome il sughero contiene molto meno ossigeno che non la cellulosi (193), così questa per formare sughero deve di bel nuovo mettere in libertà dell'ossigeno.

Il prato verdeggia, la palma dispiega la sua larga corona di foglie, il legno delle quercie s'indura, la patata s'involge nella sua corteccia, il nocciuolo nasce nelle pesche, il bosco divien folto ed annoso, sempre in seguito ad una sottrazione di ossigeno che raggiunge la superficie delle piante per esalarsi all'azione della luce.

Insieme alla cellulosi ed al sughero si forma pure il grasso e la cera. Ma già il grasso è assai più povero di ossigeno che nol sia la cellulosi e l'amido, e la cera ne va meno provveduta ancora del grasso.

Finchè i semi oleosi sono immaturi essi contengono molto amido, il quale, al maturarsi, nel seme man mano si trasforma intieramente in grasso. Nelle ulive coll'aumentarsi dell'olio vien meno la cellulosi e l'acido tannico (Blondeau 194).

Il pigmento che adorna le parti verdi si trova mescolato ad una cera che conta fra i principii vegetali più poveri di ossigeno. Questa cera ha origine dall' amido (Mulder). Nella canna da zucchero lo zucchero si cangia in cera. Ma se lo zucchero e l'amido superano tanto il grasso e la cera per la copia dell'ossigeno, certo questo sviluppo della materia si connette, nelle piante, ad una nuova sottrazione di ossigeno.

Digitized by Google

Non è possibile che si formino il grasso e la cera senza un' emissione di ossigeno. Sotto l'azione della luce si sviluppa ossigeno. Perciò l'amido, che disossidandosi si cangia in grasso e cera, si può trovare soltanto negli strati interni delle piante.

La radice contiene più amido dello stipite, e la midolla dello stelo ne è provveduta più della sua esterna superficie. Le cactee contengono nell'interno della loro midolla i granuli più grossi di amido. L'amido sparisce alla luce. Gl'invogli della cipolla esposti alla luce perdono il loro amido. Le cellule del sughero che tapezzano la superficie esterna delle piante, secondo Mitscherlich, non contengono più amido, ma soltanto cera. La forza materiale della luce riveste di cera la superficie lucida dei nostri frutti più belli e ricopre di una vaporosa brina le nostre prune e le nostre pesche.

La cellulosi, l'amido, la destrina, il ligneo, il sughero, il grasso e la cera sono gradi di sviluppo nell' organamento della materia. Lo sviluppo si associa ad una larga emissione di ossigeno, e ciò basta a provare che le escrezioni della pianta non sono necessariamente collegate a processi regressivi. Anzi l'ossigeno secreto è un prodotto del massimo sviluppo.

E tuttavia la riduzione ha luogo anche nelle piante. Ma una gran parte delle sostanze che sono negli ultimi gradini del moto regressivo restano incorporate e chiuse entro le piante medesime.

I fiori ed i semi che germogliano, e, nella notte, tutte le parti della pianta, assorbono l'ossigeno. Nè manca pure alla pianta quella lenta combustione, da cui dipende la metamorfosi regressiva nel corpo animale.

Digitized by Google

Nella resina delle conifere trovasi un acido che noi possiamo ottenere dagli acidi grassi con dei potentissimi agenti di combustione come, per esempio, coll'acido nitrico. Dessaignes trattando coll'acido nitrico l'acido butirrico ne ottenne l'acido succinico (195). Questo stesso acido che noi troviamo nella resina delle piante antidiluviane, si forma coll'ossidazione anche nel corpo delle piante tuttora viventi; e si trova misto alla resina, nelle parti esterne e superficiali, in quelle cioè in cui più facilmente può agire l'ossigeno.

L'acido benzoico, che trovasi nell'*evonymus* (196), si ottiene colla combustione dagli oli volatili, e per lo stesso modo si ricava l'acido cinnamomico del balsamo Peruviano dall'olio etereo di cannella. Con una debole combustione dall'acido tannico nascono due acidi speciali che trovansi nel thè e nel caffè (l'acido boheainico e l'acido viridinico). Con un analoga trasformazione si può, secondo Piria, tramutare l'asparagina in acido malico. Ora e l'asparagina e l'acido malico si rinvengono nelle patate.

Il pigmento verde delle piante è un corpo azotato sì ricco di ossigeno, che non può generarsi dalle sostanze albuminose se non colla combustione. Nell'autunno il color verde si cangia in giallo, in grazia dell'ossigeno reso più attivo dalla luce.

La robbia contiene un umore giallastro che sotto all'azione dell'aria si cangia nel pigmento rosso che si ricava da quella pianta. Così pure il color giallo pallido del campeggio diviene rosso per l'azione dell'ossigeno dell'aria.

Solo coll'aiuto della luce può l'ossigeno dispiegare

Digitized by Google

completamente la sua azione (Schönbein). Quindi i colori si ravvivano per la luce e per l'aria.

Ma come i colori così pure gli odori sviluppansi, in grazia specialmente della luce e dell'ossigeno. Gli oli volatili, ai quali le piante devono il loro profumo, spiegano le loro proprietà all'azione dell'aria. E la qualità degli odori varia secondo che la luce rese più o meno attivo l'ossigeno, come bene provò Schönbein (197). E chi non sa come diversifica l'impressione odorifera del mondo vegetabile secondo che aspiriamo i suoi soavi profumi all'alba rosea e serena del dì od all'ombra d'un cielo rannuvolato e grigiastro?

La combustione, che dà l'odore agli oli volatili, è solo il principio di una trasformazione che procedendo più innanzi cangia in resine le parti fragranti dei vegetabili. Il maggior numero delle resine sono gradi di combustione degli oli volatili.

Mentre una porzione delle resine trasuda ed escreta dalle corteccie degli alberi, un'altra porzione di esse si accumula in certi canali detti perciò resinosi e non prende quasi più parte alla vita della pianta.

Gli acidi e le basi di composizione organica si trovano per lo più racchiusi dentro alle piante in particolari cavità e non prendono parte a quello scambio reciproco, continuo della materia, cui le cellule circonvicine vanno soggette. L'ossalato ed il tartrato di calce si trovano in copia nelle cellule di vecchie cactee, e formano dei cristalli i quali sono sottratti allo scambio che ha luogo sempre nelle sostanze organizzate e viventi.

Le sostanze organiche cristallizzate si distinguono

Digitized by Google

dalle organizzate per il riposo in cui persistono. La vita irrequieta che costantemente riduce nelle giovani cellule la quantità dell'albumina, e muta la loro cellulosi in ligneo e sughero, il loro amido in grasso e cera, lascia inalterati quei cristalli che rappresentano una specie di capomorto, rimasto all'infuori del movimento vitale nella pianta.

Perciò la proprietà che hanno gli acidi e le basi e certe resine e pigmenti di assumere la forma cristallina è un carattere speciale della posizione che spetta a queste sostanze nella vita vegetale. Fino a che la sostanza organica sussiste come fattore dei tessuti, essa non è nè basica nè acida; il suo carattere chimico non ha raggiunto quel grado di stabilità accennata dalla stessa forma cristallina. La fibrina dei muscoli, l'albumina delle pareti delle vecchie cellule vegetabili, la cellulosi e la sostanza del sughero non sono acide nè basiche. L'acido carbonico, la creatina e l'acido urico, invece, hanno i caratteri chimici e meritano il nome di acidi e base e possono prendere la forma cristallina.

Quasi tutte queste sostanze che assumono la forma cristallina e posseggono proprietà nettamente acide o basiche, si distinguono per un limitato movimento delle loro molecole e stanno negli ultimi confini della metamorfosi organica. Una gran parte di queste sostanze si forma nelle piante e negli animali per l'azione dell'ossigeno sui principii dei tessuti. Alcune altre che sono scarse ed anche spoglie affatto di ossigeno, si sviluppano insieme a certi corpi che avidissimi di ossigeno tutto lo assorbono per sè; in tal modo, per esempio, da un acido grasso, dall'acido stearico,

Digitized by Google

potrebbe nascere un olio volatile privo di ossigeno insieme all' acido succinico che è ricchissimo di ossigeno. Così gli acidi e le basi, i pigmenti, le resine e gli oli volatili sarebbero prodotti della metamorfosi regressiva nella pianta come negli animali il sono l'acido carbonico, la creatinina, l'acido urico, l'urea e la creatina. Anch'essi possono trovarsi nelle piante in quantità assai variabili e possono in date circostanze fino mancare. Come prodotti della regressione essi derivano dai fenomeni vitali, senza che tuttavia la loro esistenza sia un carattere impreteribile della vita.

Tutti gli animali che vivono solo di piante ed anche alcuni carnivori, come il gatto, mancano di acido urico nell'urina (198). Similmente alle volte manca la solanina nelle patate che trovano nel terreno quantità sufficiente d' altre basi, mentre invece i tuberi germinanti nelle cantine sono saturi di quella velenosa sostanza. Il conio certo per simile ragione perde nelle steppe asiatiche la sua coneina. Le basi della corteccia di china possono esser sostituite dalla calce; un acido dell'oppio detto acido meconico può esser scambiato dal solforico. La calce e l'acido solforico, in questi casi, passano nelle piante come alimenti. Colla nutrizione cambiano dunque le sostanze di riduzione, nello stesso modo con cui, sotto l'uso prevalente di cibi vegetali, nell'urina dell'uomo e degli animali compare acido ippurico invece dell' urico e la proprietà acida dell'umore escreto cede il posto alla proprietà alcalina.

In grazia appunto dei caratteri precisi, della composizione nettamente conosciuta di quelle sostanze di riduzione, l'arte del chimico giunse ad imitarle più

Digitized by Google

facilmente che non giungesse ad imitare quelle altre sostanze organiche, provvedute di più mobili molecole, che noi conosciamo come i più attivi principii formativi dei tessuti.

Uno dei più grandi risultati delle ricerche di Liebig sull' urina si fu l' avere scoperto il metodo di fabbricare urea senza l' aiuto degli animali viventi. Egli e Wöhler infatti la ottennero combinando il solfato di ammoniaca col cianuro di potassa. L'ammoniaca, combinandosi coll'acido cianico, forma l'urea, accanto di cui nasce del solfato di potassa.

Nel chenopodio vulvare si trova, secondo Dessaignes, una base organica (199) ch'io vorrei chiamare chenopodina. Wicke e Wittstein trovarono questo principio anche nelle bocce e nei fiori del pero, del biancospino e del sorbo (200). Ma questa base appartiene alla serie degli alcaloidi cui Wurtz ci apprese a comporre coll'ajuto della potassa e dei cianati di etere. Si precisò la composizione chimica della base del chenopodio (trimetilamina) e si trovò il modo di produrla artificialmente, anzi Wertheim l'avea già ottenuta dalla distillazione della narcotina (base dell'oppio), prima che si fosse scoperta in una pianta vivente. Perciò il fatto che Dessaignes l'abbia trovata nel chenopodio e Wittstein nei bottoni del pero ha una importanza grandissima.

Così or ora riusciva ad Hoffmann di ottenere, fra le basi derivate dall'alcool, una sostanza che per le proporzioni dell'azoto, del carbonio, dell'idrogeno, e dell'ossigeno, è analoga alla chinina (201). Benchè una vera chinina non siasi ancora potuto ottenere, pure ci resta un nuovo fatto a dimostrare, come

Digitized by Google

il carattere preciso degli acidi e degli alcaloidi organici ne lasci riconoscere l'intima costituzione più facilmente che non quella di altre sostanze organiche. Schweizer scopriva come l'olio dell'evonimo contenga in combinazione alla glicerina dell'acido acetico (202). Il fisiologo deve pure molto allietarsi di questa scoperta, tanto più che secondo gli studi di Kolbe il cloruro di carbonio si può cangiare in acido cloroacetico e questo in acido acetico. Noi possiamo quindi ottenere quell'acido dell'evonimo da semplici sostanze inorganiche.

In breve si può dire che le proprietà salienti e recise dei prodotti di riduzione rendono facile al chimico di scrutare per entro i misteri della loro composizione. Tuttavia non è forse troppo ardita la speranza (ed io la divido) che un giorno potremo fabbricare l'albumina (203), la sostanza che siede al culmine della organica miscela; ad ogni modo l'arte di riprodurre artificialmente le sostanze organiche di riduzione dovrà servire di scuola per riuscire più tardi a comporre artificialmente i più elevati rappresentanti della vita organica.

Dovunque noi gettiamo lo sguardo, troveremo negli sforzi instancabili, intelligenti, felici, della chimica organica lusinghe sempre maggiori che quella speranza s'avveri. I fisiologhi aveano appena appena imparato (e con loro grandissima gioja) il come ottenere tutta la serie degli acidi grassi volatili dalla combustione di corpi albuminoidi (204), ed ecco Deville discoprire il modo di cangiare l'olio di terebentina in olio di cedro, e Hlasiwetz trasformare l'olio di senape in olio di salvia e l'olio di asa fetida in olio

Digitized by Google

di senape (205). Con un maneggio abbastanza semplice potete cangiare il ributtante odore di trementina nel soave profumo del giacinto (Wiggers), del timo o del rosmarino (206).

Cahours combinando l'alcool metilico con un acido che trovasi nelle corteccie del salice, potè ottenere l'amabile olio volatile del thè di Canadà (207), quell' olio che si chiama salicilato di metilo. E noi possiamo già con certezza presumere che nelle più fragranti nostre frutta esistono degli eteri in combinazione con acidi organici. Nella corteccia delle cotogne trovasi probabilmente lo stesso etere che rinviensi in tutti i vini e che, secondo Delffs, consta di etere e di acido pelargonico (208). Un passo più in là ed il chimico, con poche storte ed una lampada a spirito, giungerà a riprodurre, artificialmente, l' aroma fragrante delle più saporite nostre frutta; or ora, anzi mentre che scrivo, la scienza invase l'officina del confettiere. L'etere pelargonico trova applicazione sotto il nome di olio racemico, e le combinazioni dell'acido acetico, baldrianico, e butirrico coll'ossido di amilo (corpo rassomigliante all'etere, ma più ricco di carbonio) comunicano alle nostre confetture l'aroma delle pere, delle poma e degli ananas (209).

Tutti questi fatti, a mio credere, rendono incontrovertibile oramai l'opinione che le basi e gli acidi, gli oli volatili e gli eteri, i pigmenti e le resine si trovino nelle piante in vari stadi di riduzione regressiva.

Ciò non sarebbe ammesso da Liebig, almeno per gli acidi. Secondo lui, la materia che assume la forma di acidi vegetali non può ritenersi un effetto della riduzione, ma anzi della produzione.

Digitized by Google

Man mano, egli osserva, che l'acido carbonico viene spogliandosi dell'ossigeno, si vedono formarsi prima l'acido ossalico, poi il tartarico, indi il malico, ed il citrico, ed infine da quelli acidi si forma lo zucchero (210). Ma io non credo possa ammettersi che lo zucchero sia prodotto solamente da questi al tempo della maturanza del frutto, poichè allora anche gli acidi si vedono aumentare insieme allo zucchero (Bérard). Il frutto tuttavia diventa dolce, perchè, in proporzione, la quantità dello zucchero vi è molto maggiore, così che gli acidi ne restano mascherati e si avvertono meno.

Io accennava altra volta come le piante nella notte subiscono una lenta combustione, assorbendo esse allora l'ossigeno ed esalando l'acido carbonico. Ed è pure notevole, che le foglie di alcune piante, insipide a mezzodì, nella sera sieno amare ed al mattino d'un sapore acidissimo (211). Ciò consta, per esempio, delle foglie di *Cacalia ficoides*, *Cotyledon calycina*. Nelle uve immature, l'acido malico, precede l'acido tartarico, dei quali questo è più ricco di ossigeno di quello (Schwartz 212).

L'acido tannico, però, probabilmente al maturarsi di alcuni frutti si decompone nello zucchero e nell'acido gallico; certo Strecker ebbe a notare questa scomposizione dopo aver fatto bollire con dell'acido solforico diluito l'acido tannico della quercia (213). Questa supposizione ci sembra assai più verosimile dopo che Robiquet dimostrava, come il fermento che abbonda nelle frutta, cioè, la pectasi, agisce nelle noci di galla trasformando l'acido tannico in acido gallico e zucchero (214). A quanto pare, si tratta qui

Digitized by Google

di un fatto generale, essendochè l'acido tannico del catecu e quello della chinova sono altresì combinazioni che contengono dello zucchero, secondo Strecker e Hlasiwetz (215).

Non dobbiamo tuttavia concludere, a precipizio, che le frutta immature, il cui sapore astringente ricorda l'acido tannico, diventino mature per un processo sempre identico, vale a dire per la trasformazione dell'acido tannico in zucchero ed acido gallico. Spesso, anzi, le pere immature non contengono nemmeno o solo pochissimo acido tannico (Bérard), abbenchè l'annerimento che comunicano al coltello potrebbe farci supporre ch'esso vi si trovi assai di frequente.

Considerando come prodotto di metamorfosi regressiva il maggior numero degli acidi e delle basi, dei pigmenti e degli eteri, degli olii volatili e delle resine, noi riesciremo a trovare una nuova distinzione tra gli animali e le piante.

L'animale escreta le sue sostanze di riduzione con tanta rapidità che ben difficile ci torna il sorprenderle nella lunga via della circolazione. La pianta invece sviluppa e tiene in serbo, nel fior della vita quei suoi aromi e quei pigmenti, e noi troviamo ammucchiati ed acidi e basi e resine in cellule che serbano appena un vestigio di vitalità. Un acido non dissimile dall'umico si trova nelle foglie autunnali, e, secondo Mulder, nel legno duro dei nocciuoli delle frutta. Questo acido è un prodotto di scomposizione ed anche nelle piante appartiene ai principii di riduzione.

I contrasti tra i principii costituenti dei tessuti ed i prodotti della scomposizione, tra la vita e la putrefazione, spicca assai più nettamente negli animali

Digitized by Google

che nelle piante. La foglia dell'albero contiene nell'autunno già alcune sostanze del terriccio assai prima che, cadendo, restituisca alla terra i suoi principii i quali, continuando nella loro decomposizione, servono nuovamente ad alimentare le radici.

La distinzione ed il contrasto tra le sostanze di riduzione che provengono dalle piante, e l'acido carbonico e l'urea degli animali, non si arresta al solo fatto che questi ultimi vengono eliminati, mentre le prime restano entro il corpo delle piante. Esse diversificano anche per la specie, per lo sviluppo e per la composizione. E questa differenza si può riassumere in una sola parola. L'ossigeno agisce assai meno nella riduzione delle sostanze vegetabili, che nella combustione dei tessuti organici cui riduce in acido carbonico ed urea. Molti oli volatili non contengono ossigeno; parecchie basi e materie coloranti ne contengono poco; fino l'acido ossalico, l'acido vegetale più ricco d'ossigeno, contiene solo tre quarti dell'ossigeno, che trovasi nell'acido carbonico, il quale abbonda nei corpi animali. Tanto più istruttiva risulta l'osservazione che appunto i composti più ricchi di ossigeno appartengono alla categoria di quelle sostanze che io faccio derivare dalla metamorfosi regressiva nei vegetali.

L'acido ossalico e, fra le sostanze azotate, il pigmento delle foglie sono infatti le combinazioni più ricche di ossigeno del mondo vegetale.

L'idea di voler sempre trovare nella vita delle piante una corrispondenza continua coi fenomeni degli animali fu con tutta buona ragione combattuta da Schleiden. Voi avrete notato, di già, quante essen-

Digitized by Google

ziali differenze esistano, tra loro, prima di tutto nel processo di metamorfosi molecolare.

Tutto ciò che viene escreto dall'animale è sostanza di riduzione. L'ossigeno invece, che esalano le piante, è un prodotto di sviluppo. L' animale, in brevissimo tempo, suol eliminare dal corpo gli acidi e le basi e le sostanze intermedie fra questi due, che sono prodotti dalla scomposizione dei suoi tessuti; nelle piante, invece, noi vedemmo come si accumuli per lungo tempo, e resti inalterata, un'intera serie di sostanze di riduzione.

Chi cerchi nel mondo delle piante oggetti di diletto, deve finire per accordare un grandissimo valore a questi materiali della regressione. Noi troviamo fra essi gli aromi che sollecitano il palato, le fragranze balsamiche di cui s'allieta l'olfatto e con esso la memoria, i pigmenti colorati che inebbriano gli occhi. Non pochi alimenti riescono più sapidi solo che tu vi versi una gocciolina d' olio di cannella o di garofano il cui odore solletica il palato; pochi granuli di pigmento bastano ad abbellire di un verdissimo smalto le foglie di un intiero tiglio.

Certo non dovremo più farci le meraviglie se scarafaggi ed anche animali di ordine superiore si cibino di carogne e di sterco, se il mondo vegetabile vive di escrezioni animali; mentre che noi medesimi ci allettiamo, e pur tanto, colle materie escrete dai vegetabili, le quali, per la loro origine, hanno molta analogia colla urina e colle feci.

Senza i principii più diffusi delle piante, senza la loro albumina, il loro amido, la loro destrina, e la loro cellulosi, noi non potremmo vivere. Ma una gran parte

Digitized by Google

dei più soavi piaceri dei nostri sensi ci viene porta dai più infimi gradi di sviluppo della vita vegetabile.

E se noi infermiamo, molti di questi ultimi ci conducono alla guarigione. Niuna parte della chimica giovò tanto alla terapia quanto lo studio di questa specie di escrementi vegetali.

Quando noi invece della corteccia di china, somministriamo all'ammalato il chinino, non solo gli risparmiamo l'ingestione di sostanze poco digeribili, ma possiamo misurarne con molto maggior precisione l'azione, mentre nella corteccia la sostanza attiva è distribuita in dosi variabilissime. L'oppio ti può agire, ora debolmente, ora con energia; ma se tu ne estragga la parte veramente medicamentosa e la pesi, sarai tanto più sicuro dell'esatta sua azione. E solo col peso dei medicamenti si possono ottenere delle sperienze precise. Da molti anni Bretonneau ci insegnava che una sola, ma grande dose, di chinino guarisce più presto le intermittenti, che molte dosi piccole e refratte. Una simile scoperta non sarebbe stata possibile senza la conoscenza dell'alcaloide.

Le feci della china guariscono gl' infermi e le resine calafatano le navi. Piaceri, medicamenti ed iscambi commerciali ci sono procurati dai prodotti di riduzione delle piante, e la vita di queste s'appoggia tutta sulle escrezioni animali.

Sebben la pianta escreti, in parte, sostanze che provengono dalla metamorfosi progressiva, e tenga in serbo molti prodotti delle metamorfosi regressive, tuttavia v'hanno delle sostanze, che, essendo ad un tempo di riduzione e di escrezione, si possono riguardare come veri escrementi delle piante.

Digitized by Google

Una parte, per esempio, dei succitati prodotti di riduzione è veramente escreta. Gli oli odorosi, alcune basi come quelle del conio, del chenopodio e dei fiori dei peri, l'acido formico dell'ortiche e delle coccole di ginepro, essendo volatili, possono evaporare, sotto date circostanze, dalla superficie delle piante. Io dissi in date circostanze, perchè le basi volatili e gli acidi permangono nelle piante se siano fissate le prime agli acidi, i secondi alle basi. E quando noi fiutiamo i balsamici olezzi delle aiuole, noi inspiriamo dei veri escrementi vegetali.

Oltrecciò una parte dell'acqua evaporata viene escreta dalle foglie, specialmente dalle loro pagine inferiori le quali ne esalerebbero, secondo Garreau tre e fin cinque volte più che non le superiori. E ciò perchè nelle pagine superiori delle foglie che sono più esposte alla luce trovasi più cera che nell'inferiori. La maggior quantità di acqua si esala dalle venuccie delle foglie e da tutti quegli altri punti dell'epidermide che sono meno rivestiti di cera. La cera trasforma quell'epidermide in uno strato poco permeabile al vapore acqueo (216).

Alcuni nuovi studi confermarono appieno l'opinione di Draper, che le piante escretino azoto (Cloez e Gratiolet e Knop) (77).

Noi comprenderemo come possa aver luogo questa escrezione d'azoto, solo che vogliamo paragonare la composizione dell'ammoniaca coi principii azotati delle piante. L'ammoniaca infatti contiene, in proporzione all'idrogeno, assai più azoto di tutti i corpi albuminoidi. E come le basi azotate delle piante derivano, in gran parte, dai loro corpi albuminoidi,

Digitized by Google

così merita la nostra attenzione il fatto che questi, alla loro volta, contengono una quantità di azoto, in proporzione alla quantità di idrogeno, assai maggiore che nol sia in molte basi vegetabili. Le basi della corteccia di china e dell'oppio ne danno un esempio evidente. Perciò una parte di azoto che le piante eliminano, deve essere attribuita alla trasformazione di ammoniaca ed acido carbonico in albumina, e di questa nelle basi di china e di oppio.

La caffeina e la teobromina, invece, si distinguono dalle altre basi perchè, in proporzione alla quantità di idrogeno, esse contengono più azoto che i corpi albuminosi delle piante.

Ma la pianta, oltre l'azoto e l'acqua, escreta anche l'acido carbonico. Noi sapevamo già, da molto tempo, che le piante scambiano di giorno l'acido carbonico dell'aria con ossigeno, e, viceversa, di notte, assorbono l'ossigeno ed esalano l'acido carbonico. Ora però si scoperse come questo ultimo processo abbia luogo anche nel giorno all'ombra di un cielo nuvoloso e nei crepuscoli (84); ciò ripetesi pure anche nel seme germinante e nei fiori da cui sviluppasi il seme.

Dunque il moto della materia raggiunge la massima sua celerità nel germe e nel fiore, dove la vita tocca il suo culmine. Le parti più nobili delle piante, quelle che servono alla propagazione della specie, danno luogo ad una combustione, la quale riesce al medesimo prodotto a cui conduce la respirazione animale; dunque, anche nel mondo dell'erbe e dei fiori, sta scritta la legge, che i più sublimi germogli della vita si trovano sulla via della riduzione, e che la più energica attività presuppone un più rapido e continuo consumo.

Digitized by Google

LETTERA XIV.ª

Il calore delle piante e degli animali.

George Sand in uno de' suoi più cari romanzi (*) ci narra come alcuni pastori abbiano trovato il modo di dormire a tutto loro agio sulle umide praterie, a cielo scoperto, malgrado il freddo delle lunghe notti. Lasciano, essi, decombere su un punto del prato un bue per qualche tempo e poi ne lo fanno levare e vi si adagiano in sua vece: se l'umido ed il freddo tornano di nuovo a tormentarli, essi ripetono il gioco e sloggiano altri buoi. Il posto, su cui giacque per qualche ora, uno di quei ruminanti, è sempre asciutto e caldo.

Ecco un'applicazione ben diretta del fatto che gli animali e gli uomini godono di una fonte di calorico che, fino ad un certo punto, è indipendente dagli agenti esterni.

Benchè non sia del tutto esatto l'asserto di Liebig, « che la temperatura degli uomini e degli animali a sangue caldo non muta mai per variare di clima o di zona » (217), tuttavia è un fatto che il calore animale soffre così piccole mutazioni dalle condizioni

(*) *Le péché de M. Antoine.*

Digitized by Google

del mondo esterno, da non lasciarcene punto, a primo tratto, intravedere la influenza.

Nei punti superficiali del corpo umano il calore segna il trentaquattresimo od il trentacinquesimo grado del centigrado, mentre nelle parti interne, per esempio nella bocca, esso sempre segna il trentasettesimo grado, sia in estate che nell'inverno, al vento od al gelo. Nell'Indie occidentali il calore, secondo le numerose esperienze di John Davy, si accresce appena di un mezzo grado (218).

Ma se noi, malgrado il gelo esterno, purchè non ci abbandoniamo al riposo, conserviamo sempre nell'interno del corpo il trentasettesimo grado, certo è dunque, che noi produciamo del calore.

Chi conosce il fondamento dello sviluppo e della riduzione dei tessuti, indovina già la vera sorgente del calore animale. L' albumina si trasforma nelle sostanze dei muscoli, nei tessuti collogeni e cornei in seguito ad un' ossidazione. L' albumina, i tessuti collogeni e cornei si combinano con nuovo ossigeno quando trasformansi in leucina, tirosina, creatina e creatinina, ipocsantina ed acido urico.

Queste sostanze assoggettate ad una nuova ossidazione si cangiano ancora in urea, ammoniaca, ed acido carbonico, ed i grassi si trasformano in acqua ed acido carbonico. L'urea, l'acido carbonico e l'acqua sono i prodotti ultimi della vita animale, sono i più alti gradi di combustione, a cui giunga la materia dopo ch'essa plasmava i tessuti. Ma la stessa formazione dei tessuti, per opera del sangue, si deve considerare come una combustione, almeno finchè i corpi albuminosi vi prendono parte. Adunque le ossa

Digitized by Google

e le cartilagini, i muscoli e le membrane si producono, come l' urea e l' acido carbonico, da una combustione nel corpo animale. Dopochè in questo si scopersero tanti processi di combustione, facile cosa sembrava il far rimontare ad una combustione tutto il calore che si manifesta.

Per decidere se veramente tutto il calore animale deve la sua origine alla combustione era necessario di fare un calcolo. Si conosceva il calore che si sviluppa da una certa quantità di carbonio che viene bruciato. Si precisò la quantità di acido carbonico espirato da un animale ed il calore ch'esso comunica nello stesso tempo ad un altro corpo, per esempio all'acqua. Se ora fosse stato osservato come la quantità dell'acido carbonico basti ad ispiegare (col calore conosciuto che deriva dalla combustione del carbonio) il calore sviluppatosi da un animale in un tale dato tempo, si avrebbe potuto concludere che questo dipende esclusivamente dalla combustione.

L' errore fondamentale in cui, nell' intraprendere questo calcolo, incorsero Dulong e Despretz ed ora anche Liebig, fu di credere che il carbonio dei cibi abbruci nel corpo animale come carbonio, e perciò se ne origini tanto calore come se abbruciasse nell'aria o nell'ossigeno (219). Ma nel nostro corpo non si abbruciano già il carbonio e l'idrogeno puro, ma sì bene invece delle assai complicate combinazioni di carbonio e di idrogeno, che sempre contengono dell'ossigeno e più spesso ancora dell'azoto. Quanto più queste combinazioni sono ricche di ossigeno, e tanto minore quantità di ossigeno esse esigono per ridursi in acqua ed acido carbonico. E diffatti, l'acqua

Digitized by Google

• l' acido carbonico si possono ottenere dal grasso, dallo zucchero, dall'albumina. Noi non sappiamo bene da qual materia deriva l'acido carbonico espirato in quei dati casi. Certo, ad ogni modo, si forma dalla combustione dei corpi albuminosi, oltre l'acido carbonico e l'acqua, anche dell'urea. Quindi, anche dopo aver pesato l'ossigeno consumato da un animale per la sua respirazione, non possiamo precisare con esattezza quanto ossigeno veramente occorra nel corpo animale onde produrre l' acido carbonico. Niun calcolo potè precisare finora quanto calore venne sprigionato per lo sviluppo di quell' acido carbonico.

Quando un composto plastico dei tessuti è completamente ridotto in urea, in acido carbonico ed acqua, l'ossidazione, che lo decompose, variò certo secondo le quantità dell'ossigeno contenuto già prima negli elementi costitutivi del tessuto. La sostanza collogena delle ossa abbisogna di quantità minore d'ossigeno che non la fibrina, e questa ne esige ancora meno dell' albumina, perchè fra tutte queste sostanze la più ricca di ossigeno è la collogena, e la più povera è l'albumina. Quindi lo sviluppo di calore cui darebbe a presupporre un'eguale quantità di acido carbonico diversifica secondo che questo prodotto della combustione proviene dalla sostanza collogena o dall'albumina. E quindi è chiaro che Liebig errava scrivendo « tutta la differenza consistere in ciò che la quantità del calore sviluppato si ripartisce in tempi disuguali. » (219).

L'acido carbonico, che noi esaliamo, non solo contiene l' ossigeno che venne inspirato, ma anche una parte dell'ossigeno che prima della combustione tro-

Digitized by Google

vavasi nello zucchero, nell' albumina e nel grasso. Quest' ultimo ossigeno non ha sviluppato punto calore nell' organismo. Noi non possiamo nei singoli casi precisare la sua proporzione, e quindi ci manca ogni esatta misura.

Noi possiamo, anzi, fondatamente asserire che i corpi organici composti, non ossigenati, sviluppano abbruciando meno calore di quanto la combustione del loro carbonio e del loro idrogeno ci dovrebbe offerire. Ciò si verificava almeno per l' idrogeno protocarbonato, per l' olio di terebentina e di cedro, che non contengono punto ossigeno (Favre e Silbermann).

Dulong e Despretz credettero poter derivare da sette a nove decimi del calore animale dalla quantità dell'acido carbonico e dell'acqua formatasi negli animali. Ma, come già qui sopra notammo, queste cifre non possono esser esatte; esse sono troppo alte, perchè non si teneva calcolo (e nol si poteva) dell'ossigeno che già prima, insieme all'idrogeno ed al carbonio, faceva parte delle sostanze istoplastiche bruciate.

L' ossigeno s' associa nel corpo animale alle più svariate sostanze. L' alcool abbruciando si riduce in acqua ed aldeide; l' aldeide in acido acetico e questo in acido ossalico ed acqua, e l'acido ossalico in acido carbonico. L' ammoniaca si riduce in acido nitrico e l' acido urico in acido carbonico ed urea.

Bene fecero Despretz e Dulong ad apprenderci come una gran parte del calore animale deve considerarsi come calore di combustione. Ma volere andare più in là, volere attribuire alla combustione

Digitized by Google

tutto il calore animale, e trovare poi con Liebig « sciolto comodamente con ciò l'intiero problema » (220) è un voler ammutolire l'eterna favella dei fatti, è un volere deviarci dal retto cammino appunto in quello ch' esso avviava alla dilucidazione di nuovi misteri.

Noi dobbiamo, adunque, riconoscere che il calore animale non deriva tutto assolutamente dalla combustione. Senonchè la molta parte, che a questa s'aspetta, pose il fisiologo sulla traccia del vero.

Oltre alla combustione vi contribuiscono degli altri processi chimici che hanno, di certo, la loro importanza, perchè sono continuamente in opera.

Andrews trovò come si sviluppa del calore ogni volta che una base si combina con un acido. La quantità di calore sviluppato in siffatta combinazione dipende sempre dalla specie della base e non da quella dell' acido; fatta eccezione dal caso in cui un sale contenga un acido che non saturi completamente la base. L'acido più debole venendo scacciato dal più forte il quale saturi completamente la base, sviluppa nuovo calore. In questo caso la specie dell' acido ha dunque una vera influenza (221).

Il carbonato di soda è un sale in cui la base predomina. Questo sale si distingue per una proprietà alcalina, poichè l'acido carbonico non vi satura completamente la soda. Quando l' acido carbonico venga scacciato dal sale, per mezzo dell'acido lattico, urico, od inosinico, si sviluppa di nuovo calore. Si potrebbe objettare, che l'acido carbonico passando allo stato volatile non possa sviluppare calorico. Ma conviene ricordarsi che quelle scomposizioni non accadono all'aria aperta, ma entro agli umori del corpo. L'acido

Digitized by Google

carbonico adunque, appena sprigionato, non si volatilizza, esso viene piuttosto assorbito dall'acqua e ciò accadendo s'accresce il grado di calore. La decomposizione del carbonato di soda per via dell'acido lattico, urico, inosinico o fosforico è quindi una vera sorgente di calorico.

Per ugual modo si sprigiona calore nella trasformazione di un sale medio in un basico, in un sale cioè in cui una base predomina per proprietà e per quantità sugli acidi. Tale sarebbe, per esempio, il comune fosfato di soda. In questo la soda prevalendo di tanto sull'energico acido fosforico, lascia la sua impronta alla combinazione; invece, nel carbonato di soda la quantità dell'acido carbonico debole può prevalere, e ciò nondimeno l'alcali si tradisce per le proprietà basiche del sale.

Le sostanze albuminose che contengono zolfo e fosforo abbruciano nel corpo animale. Il loro zolfo diviene acido solforico ed il loro fosforo acido fosforico. Gli acidi che ne derivano si combinano cogli alcali. E ad aumentare lo sviluppo del calorico animale si aggiunge il fatto che nei fosfati di tale origine la soda e la potassa predominano per la quantità.

Tutti i principii dei tessuti, al termine della loro combustione, danno luogo alla formazione di acido carbonico. Anche questo acido carbonico viene in parte assorbito dagli umori del corpo e quindi sviluppa nuovo calore.

L'inaffiamento delle parti solide, l'imbeveramento acquoso dei tessuti va contato fra i processi più costanti del corpo animale. Mentre le membrane esterne dell'occhio evaporano l'acqua, le parti interne del-

Digitized by Google

l'occhio ne richiamano subito altrettanto dal sangue; quest' acqua penetra fino alle membrane più superficiali, fino alla cornea pellucida. Anzi la diafaneità, che distingue questa membrana dalla sclerotica, dipende, per buona parte, dalla maggior copia di acqua (Chevreul) (222).

L'imbeveramento s'associa sempre a sviluppo di calorico. La parte che si imbevera condensa dell'acqua nelle sue piccole cavità. Il condensamento sviluppa calorico (Pouillet e Regnault).

Quasi ogni moto, che a distanze immisurabilmente piccole si eseguisce nel corpo, è una fonte di calorico.

Come negli animali noi potevamo ripetere le fonti del calore dai varii processi materiali della interna economia animale, così pure noi potremo fare per i vegetabili.

Anche le piante hanno il loro proprio calore; esso sfugge alla comune osservazione, per ciò solo che molta parte di esso disperdesi nella evaporazione.

Nelle piante non manca alcuno di quei processi, che sono le fonti ordinarie di calorico negli animali. Anche nelle piante accade una combustione che dà per esito uno sviluppo di acido carbonico. E gli acidi vi si combinano colle basi, ed i sali medii si cangiano in basici, e l'acido carbonico vi viene assorbito, e l'acqua vi si fissa e condensa.

A tutte queste fonti di calore si aggiunge l'altra ben più importante del condensamento del carbonio. Tutti sanno come si sviluppi calorico tutte le volte che il vapore acqueo si cangia in acqua e l'acqua in ghiaccio. L'acido carbonico dell'aria è appunto il principale alimento dei vegetali, perchè il loro car-

Digitized by Google

bonio entra nella composizione dei più diffusi principii delle piante, si fissa nella cellulosi, nel sughero, nello zucchero e nel ligneo, nell'amido e nella cera.

Nella nutrizione delle piante si condensano e solidificano dei corpi liquidi ed aeriformi; il gasoso acido carbonico e la scorrevole acqua diventano amido e cellulosi.

Senza dubbio questo condensamento ha più influenza sullo sviluppo del calore vegetale che la combustione non abbia. Da quello deriva in gran parte il calore dei vegetabili, come invece dalla combustione dipende il più del calore animale. Questo fatto è tanto più importante, in quanto che la vita delle piante, essenzialmente, consiste in una perdita, in un depauperamento dell'ossigeno, il che è precisamente il contrario della combustione.

Il calore è adunque un effetto della vita, nelle piante come negli animali; è un effetto della attività che è la molla continua della vita organica. Il calore è una conseguenza, è una espressione della metamorfosi della materia.

Tanta essendo l'importanza del calore animale, gli zelanti, ma miopi fautori degli scopi finali ben doveano tentare di rinserrare anche quel grande processo entro le meschine loro barriere teleologiche. V'hanno fisiologhi che parlano di organi riduttori e produttori dei globuli sanguigni; altri chiamano i vasi linfatici cloache delle scorie del corpo; secondo altri i vasi chiliferi non avrebbero altra destinazione che di raccogliere, dall'intestino, i corpi grassi. Con analoghe idee, Liebig chiama il corpo animale un apparecchio calorifero od un fornello (223).

Digitized by Google

Il Liebig volendo continuare nella prediletta sua distinzione degli alimenti in plastici e respiratori, attribuiva agli uni l'esclusiva influenza sulla termogenesi, riservando agli altri la formazione e la produzione dei tessuti. « La natura, dice egli, destinava le sostanze alimentari non azotate a produrre il calore animale. » (224). « La più volgare osservazione, ei continua, ci insegna, che gli alimenti plastici hanno una parte assai lieve nella termogenesi » (225).

Certo bastano ora i più volgari studi per convincersi come quelle barriere costrutte da Liebig sono, d'ogni parte, completamente intaccate. Liebig incappa in uno sbaglio fondamentale, quando continua a far dipendere sempre e poi sempre dai grassi e dagli adipogeni esclusivamente, l' eliminazione dell' acido carbonico e dell' acqua. Invece è indubitabile che pure i corpi albuminosi producono, oltre l'urea, anche dell'acido carbonico e dell'acqua.

Ed al pari inesatto ci sembra Liebig, quando si fa a misurare il calore prodotto dall'acido carbonico e dall' acqua, che noi emettiamo, mentre pure la formazione dei tessuti e la produzione dell'urea non per poco giovano alla termogenesi. L'albumina non può tramutarsi in sostanza collogena, nè questa può trasformarsi in urea senza sviluppo di nuovo calore. Qui dunque non si tratta soltanto di una differenza di tempo (219), ma pur anche di una diversità di sostanza.

Ripetiamolo ancora: La quantità dell'ossigeno, che noi inspiriamo, quella dell' acido carbonico e dell'acqua, che noi eliminiamo, non possono servire di esatta misura per la animale termogenesi. Ciò non

Digitized by Google

reggerebbe neppure se la combustione animale risolvesse davvero e completamente il problema della termogenesi (220). L'ossigeno consumato e l'acido carbonico emesso, producono delle quantità assai diverse di calore, a seconda delle varie sostanze (zucchero o grasso, albumina o sostanza collogena), che si combinarono coll'ossigeno e diedero così origine all'acqua ed all'acido carbonico.

Io dissi che erano spezzate le barriere, poste da Liebig, fra le classi dei principii alimentari. Perfino lo stesso Liebig parlando degli alimenti azotati, che dovrebbero contrastare coi respiratori e calorigeni, finisce coll'ammettere che quelle sostanze plastiche hanno una qualche influenza nella termogenesi (225).

Ma pure stando alle più elementari leggi della logica, in una classificazione, la medesima sostanza non deve appartenere, simultaneamente, a due classi supposte fra loro contrarie. Erra adunque Liebig a chiamare la carne un alimento plastico, e poco dopo un fiacco agente respiratorio. Una distinzione vera ed esatta dev'essere esclusiva, e Liebig non badando a ciò, distrusse, da sè, la propria classificazione.

Alcuni dei suoi discepoli vogliono difendere quei due suoi appellativi, sotto specie che essi rammentino l'uso antico di applicare il nome a seconda delle più essenziali proprietà; ma pure dovrebbero essi convincersi, come, dopochè Prout rimise la scienza nella vera sua carreggiata, non v'era più necessità di creare nuove e, pur troppo, erronee terminologie.

Alcuni pretesero trovare in quelle distinzioni una recondita e misteriosa verità e le strombettarono come ingegnose, quantunque essi medesimi sentissero che

Digitized by Google

la classificazione del loro infallibile profeta nulla escludeva e nulla esauriva.

Liebig dice: « che gli elementi combustibili dei principii alimentari azotati non bastano a tramutare l'ossigeno che passa nel sangue in acido carbonico ed acqua » (226). È giustissimo. Ma non ne conseguita perciò punto, ch' essi non generino acqua nè acido carbonico. Il voler conchiudere ciò, è come l'asserire, « che le piante non prendono dal terriccio « nessuna sostanza organica (227), perchè le sostanze « organiche del terriccio non bastano da sole a for- « nirle di tutto il carbonio. »

« I principii plastici, azotati degli alimenti pos- « seggono, continua Liebig, all'infimo grado, la pro- « prietà di essere combustibili e quindi di produrre « calore » (228). Ma nemmeno questo asserto di Liebig può reggere alla critica. Gli alimenti azotati sono meno combustibili soltanto perchè esigono molto ossigeno per abbruciare. Ma se essi trovano occasione di combinarsi con molto ossigeno, allora la termogenesi che da essi dipende, non è più limitata di quella dei grassi e dello zucchero.

I carnivori per rapporto al proprio calore non stanno punto al disotto degli erbivori (229). Ma noi sappiamo già, per le ricerche di Dulong, Despretz, Regnault e Reiset, che, a parità dell'acido carbonico esalato, il carnivoro consuma molto più ossigeno che non consumi l'erbivoro (230). Dai carnivori si sviluppa ugual proporzione di calorico che dagli erbivori, sebbene consumino assai più ossigeno, imperocchè l'*urea*, l'acqua e l'acido carbonico, ossia i prodotti

Digitized by Google

della combustione dei corpi albuminosi, producono, nel formarsi, assai meno calore. Il calore sviluppato nei carnivori, malgrado il cibo meno combustibile, non è minore di quello degli erbivori, perchè la quantità maggiore di ossigeno, che da essi si consuma, equilibra la minore combustibilità degli alimenti.

Quante volte dovremo ricordare come un tempo si asseriva che l'acqua saliva nei tubi per orrore del vuoto, quante volte ci sarà forza ripetere quel famoso errore di logica prima che cessino e spariscano dal mondo delle scienze i delirii teleologici? Io sento il dovere di combattere quella classificazione di Liebig, perchè non ha alcun valore scientifico e più anche perchè essa ci fa smarrire il concetto vero della nutrizione, della respirazione e del calore animale. Nè io cesserò di combattere questi assurdi nomi di agenti plastici e respiratorii, finchè Liebig, anche a costo di contraddirsi, continui a servirsene, finchè trovi giovani che lo seguono in quel falso cammino.

Il paragone che egli fa del corpo animale con un fornello i cui combustibili sarebbero i cibi (232), non solo è inesatto, ma è, veramente, assurdo. Nell'animale, tutto il corpo a poco a poco abbrucia; il fornello invece non abbrucia mai. Nel fornello si consuma solo il combustibile, nell'animale consumasi invece ed il cibo e la parete che lo rinchiude ed accoglie. Il calore della stufa non è una misura della sua attività; la stufa è un recipiente, senza vita. Invece lo scambio delle sostanze, che mantengono la vita, nel quale, anzi, sta tutta la vita, si può misurare, per grandissima parte, col calore animale.

Digitized by Google

Il calore non è solo un effetto, ma, sotto certi limiti, è, anche, una misura della vita.

Negli uomini e negli animali digiunanti, lo scambio delle molecole continua finchè dura la vita, giacchè fino al subentrare della morte per inanizione, l'ossigeno viene assorbito, e quindi riduce in sostanze escrementizie i tessuti.

L'ossigeno si baratta in acido carbonico, in acqua e in urea; ma qui lo scambio ha luogo solo coll'ossigeno e non cogli alimenti. Quindi la sanguificazione si ristagna, la trasformazione del sangue nei tessuti si restringe, e quindi anche la riduzione si rallenta. Gli uomini affamati espirano meno acido carbonico ed emettono meno urea. La quantità dell'urea, secreta da un uomo digiuno, è uguale a quella eliminata da un uomo che usi esclusivamente cibi non azotati (Frerichs) (233). Lo scambio dei materiali è rallentato e come il calorico animale è un effetto dello scambio della materia, così anche questo s'abbassa. Nei mammiferi e negli uccelli morenti di inanizione, il calore del corpo, al momento della morte, è diminuito di più che sedici gradi (Chossat).

Le escrezioni sono minori, durante il sonno, in una notte quieta, che in una giornata attiva e laboriosa. Nel riposo ed a mezza notte si produce meno calore. Il grado di calore va a pari passo col moto della metamorfosi molecolare.

L'opposto del riposo e della fame è il cibo succulento ed il lavoro continuo. Un sorcio dal suo corpicino emana più calore di molti animali assai più grandi di lui, poichè la superficie del suo corpo è più grande per rapporto al volume di esso. Il calore del

Digitized by Google

sorcio, tuttavia, non è inferiore a quello dell'uomo secondo le indagini di Pallas ed Hunter (229); ma il sorcio divora, ad ugual peso del corpo, una quantità sette volte maggiore di alimenti che l'uomo non consumi (234). Con questa più copiosa e ricca alimentazione, quel corpicciuolo riesce, pareggiando le perdite, a generare più calore dell'uomo.

Un moto assiduo eleva, secondo Davy, il calore del corpo, ed aumenta, secondo Vierordt, Lassaigne e Gerlach, la copia dell'acido carbonico escreto. Bärengsprung ci rivelò, che il calorico del corpo umano raggiunge il suo massimo grado alle undici antimeridiane (235). Questo ci spiega la grande vivacità che noi proviamo nelle ore mattutine, quando il bimbo vivacemente folleggia, e l'adulto si sente rinvigorire le forze, il pensiero.

Il calore s'aumenta colle fatiche del braccio e del cervello. Helmholtz ci insegnò che fino i gracili muscoletti delle rane sviluppano, nel contrarsi, del calore, sebbene la loro temperatura non si elevi che di un quinto di grado. Il pensare alza la termogenesi, come osserva Davy (218), certo per la stessa ragione onde risveglia l'appetito. Nelle veglie prolungate, in cui il cervello assimila e plasma ciò che nel giorno colpiva i suoi sensi, lo studioso prova una fame intempestiva. Egli così, anche suo malgrado, vien fatto avvertito, come eziandio nell'atto più sublime del pensiero abbia luogo uno scambio della materia.

Il moto del corpo non deve oltrepassare certi termini, altrimenti esso impedisce il respiro, e il calore allora si eleva un po' meno (236). E quando il moto confina colla quiete come nel moto della carrozza,

Digitized by Google

il calore si abbassa alcun poco (Davy), nel qual caso però, la perdita di calore si accresce per i nuovi strati di aria che si rinnovano a contatto col corpo.

In genere gli uccelli superano in calore i mammiferi, e questi i rettili ed i pesci. Ma la tinca espira in tempo eguale e per un eguale peso del corpo appena un quarto dell'acido carbonico che esala la rana; i rospi, le salamandre e le rane, secondo le mie e le esperienze di Schelske, ne emanano da un quarto a due terzi di quello esalato dall' uomo (237); i colombi, invece, nove volte di più.

V'ha una malattia che si distingue per l' enorme copia di zucchero che compare nelle urine, il diabete mellito. In questo morbo il calore del corpo è scemato (Bouchardat) (238); ora, molti fatti inducono a credere che questo zucchero debba riguardarsi come un prodotto di riduzione che si arresta ad uno stadio molto avanzato di combustione (239).

Dovunque noi troviamo un accordo tra calore e scambio molecolare, e perciò io dissi il calore essere la misura della vita. Ma questo titolo vale soltanto per chi consideri il vero calore animale, che si produce cioè nel corpo nostro, ma non già se noi pensiamo al grado termico del corpo, che è la risultante dello sviluppo e della perdita del calore. Questa risultante è pur troppo la sola che ci sia dato notare direttamente. Perciò non v'ha, a rigore matematico, alcuna relazione esatta fra il tale dato grado di calore e la celerità dello scambio molecolare.

Se una parte del calore del corpo non andasse dispersa, noi dovremmo riguardare il calore proprio

Digitized by Google

degli organismi, come la differenza tra il grado di calore degli animali o delle piante, e quello dell'aria o dell'acqua, che li circonda.

Ma e piante ed animali perdono continuamente calore con l'irradiazione, coll'evaporazione e colle dissoluzioni di sostanze fisse nei liquidi del corpo. Ogni volta che un sale si scioglie in questi, si rende latente del calore, e ciò tanto più, quanto maggiore sia la quantità dell'acqua che si adoperò alla dissoluzione (Person) (240).

Un acquazzone, per ciò, rinfresca in doppio modo il mondo vegetale; l'acqua che cade, diluisce le soluzioni saline delle piante, e l'evaporizzazione dalla superficie si aumenta.

Per contro, all'inumidirsi delle pareti delle cellule tien dietro un condensamento dell'acqua e uno sviluppo di calorico.

Se la perdita del calore supera lo sviluppo, il grado termico d'un essere vivo s'abbassa al disotto degli agenti esterni che lo circondano, al disotto dell'aria, dell'acqua circumambiente. Noi non possiamo tuttavia concludere che manchi il calore animale. E le piante e gli anfibii, in grazia della loro evaporazione, sono spesso più freddi alla loro superficie, che nol sia l'aria circumambiente. Se noi evitiamo l'evaporazione, portando le piante o le rane in un mezzo saturato da vapore acqueo, noi vediamo inalzarsi il grado del loro calore, su quello dell'aria (Dutrochet). Quell'aumento è prodotto dalle piante e dalle rane.

Collo scemare dell'evaporazione diminuisce pure la perdita di calorico. È noto come una soluzione salina, per l'affinità che ha il sale coll'acqua, evapora più

Digitized by Google

lentamente che non l'acqua pura. Il corsaro Bligh che trovossi con dieciotto compagni, sopra un piccolo scafo, preda dell'immenso oceano, avendo i vestiti inzuppati dalla pioggia, immaginò per riscaldarsi, di immergerli nell'acqua marina e di spremerli e pigiarli poi dopo per bene. Invece di acqua piovana quegli abiti si imbevvero di acqua marina; l'evaporazione quindi era limitata, ed il sale irritando la pelle, faceva circolare in essa più rapidamente il sangue; e quegli infelici, così, pativano assai meno (241).

Se il calore si disperde meno presto di quello che non si sviluppa, un alto grado di calore può coincidere con uno scambio molecolare più lento.

Questo ci spiegherà come il calore del vecchio (misurato da Bärensprung) superi quello dell'adulto (242). Lo scambio molecolare diminuisce nel vecchio e le entrate diminuiscono più ancora delle sortite. Ma la sua pelle, come arida ch'ell'è, evapora meno; e quindi la perdita del calore va decrescendo in proporzione maggiore della combustione.

E questo probabilmente ci spiega pure, come in alcuni casi le donne ebbero a manifestare un grado di temperatura maggiore degli uomini. Il loro scambio molecolare, la loro respirazione in ispecie, è meno vivace che non lo sia nell'uomo. Nasse trovò, appunto, meno elevata in esse la temperatura. Ma Bärensprung avrebbe trovata una leggiera differenza in loro favore. Certo questa differenza proveniva da ciò che la donna disperde meno del suo calorico. Le donne, espirando meno degli uomini ed emettendo minor quantità di urina nelle 24 ore, fanno attraversare il loro corpo da una minore copia di acqua, che, in esso,

Digitized by Google

doveva assumere la temperatura di 37 gradi. Arrogi che i cuscinetti adiposi che più riccamente rivestono tutto il corpo muliebre, difendono, come cattivi conduttori del calorico, le parti sottocutanee da una rapida perdita di calore, per irradiazione.

I fanciulli espirano, per un peso eguale del corpo, più acido carbonico degli adulti, e quindi, nel medesimo tempo, dovevano ridurre quantità molto maggiori dei materiali del corpo.

Il fanciullo cresce perchè la quantità dell'alimento ingesto sorpassa quella delle perdite. Ma la formazione dei tessuti, la così detta nutrizione, in istretto senso, si basa su una lenta combustione della sostanza del sangue.

Pertanto nell'età infantile la fonte del calore è raddoppiata e quindi il fanciullo, malgrado che il suo corpicciuolo, in proporzione alla sua massa, disperda più calore d'un grande, è più caldo dell'adulto. Questo prova necessariamente che il grado di calore di un corpo non è una misura esatta e semplice dello scambio molecolare. I ragazzi ed i vecchi, i due esseri più opposti per la vivacità delle loro metamorfosi molecolari, si accorderebbero secondo le ricerche di Bärensprung nella temperatura del loro sangue, superiore a quella degli adulti. Ma mentre nel vecchio la perdita del calore è ancora più abbassata della produzione, all'inverso, nel fanciullo, lo sviluppo è molto più accresciuto che non lo sia la perdita occasionata dalla irradiazione.

Alcuni piccoli animali, come le passere, i verzellini, sono caldi tanto quanto i falchi ed i colombi (Pallas) (243); quantunque disperdano assai più ca-

Digitized by Google

lorico di questi; certo dunque essi devono, in proporzione corrispondente, generare più calore. Il lavoro stupendo di Regnault e Reiset ci apprese come le passere ed i verzellini consumino, nella respirazione, dieci volte più di ossigeno che non i polli.

Il calore delle lucertole malgrado il corpo più piccolo e la più ampia superficie è più alto di quello della rana acquatica (254); perciò non è punto meraviglioso se le agilissime e mobili lucertole consumino, a peso uguale di corpo, due o tre volte più d'ossigeno che non le rane meno vispe (245).

Tra le cause della perdita del calore noi non abbiamo considerato finora che la evaporazione, l'irradiazione e la dissoluzione acquosa. A questi processi che diminuiscono il calore si aggiunge la decomposizione, quella, in ispecie, che noi consideriamo come il preciso opposto della combustione, la sottrazione dell'ossigeno.

Tommaso Woods ci dimostrava, or non è molto, che ad ogni decomposizione d'un corpo si associa una perdita di calore che pareggia il calore prodottosi prima, nel combinarsi degli elementi per produrre quel corpo medesimo (246).

La trasformazione dei corpi adipogeni in grassi si fa per una perdita di ossigeno. Quando l'amido o lo zucchero si cangiano in acido butirrico, e l'acido butirrico in acido oleico, diminuisce, in quei corpi, la quantità dell'ossigeno, ed in questa decomposizione (per la quale noi troviamo poi nell'intestino dell'idrogeno e dell'acido carbonico) va perduto tanto calore quanto se ne sviluppò nella corrispondente combustione.

Digitized by Google

La perdita di ossigeno è ancora il principale carattere della trasformazione dell'acido carbonico e dell'acqua in cellulosi ed amido, della formazione del ligneo e del sughero, del grasso e della cera nelle piante.

La formazione dei grassi nel regno animale e la formazione dei precipui costituenti del regno vegetale sono adunque, per rapporto al calore, come l'opposto della combustione. La materia si organizza perdendo ossigeno, e quindi anche sperdendo calore. D'altra parte la riduzione, la combustione e la termogenesi camminano di pari passo.

L'acido butirrico contiene in proporzione al carbonio ed all'idrogeno molto più ossigeno che non ne contenga l'acido oleico. Egli è dunque chiaro che l'acido butirrico abbisogna di una quantità minore di ossigeno, che non ne occorra all'acido oleico, per cangiarsi in acqua ed acido carbonico. Da ciò conseguita che l'acido butirrico, riducendosi per la combustione in acido carbonico ed acqua, svilupperà meno calore dell'acido oleico, benchè il prodotto sia il medesimo e nella stessa quantità. All'opposto, si perderà meno calore quando lo zucchero si trasforma, soltanto, in acido butirrico, che non quando la perdita dell'ossigeno proceda fino alla formazione dell'acido margarico o stearico, i quali due ultimi contengono assai meno ossigeno che non ne contenga l'acido butirrico.

Tante essendo le cause, che sviluppano e sottraggono calorico, non si può con esattezza fissare la parte, che, nei singoli casi, a ciascuna propriamente si spetta.

Per precisare quanto calorico si produca, ci occor-

Google

rerebbe sapere quanto ossigeno fu assorbito, e quanto acido carbonico, acqua ed urea vennero emesse, e sopratutto ci converrebbe conoscere ancora da quali sostanze si produca l'acido carbonico, l'acqua e l'urea, quanta albumina tramutavasi nei tessuti, quali e quanti sali formaronsi nel corpo, quanta acqua si condensava, e quanto acido carbonico si disciolse negli umori del corpo. Nè ciò basta. Per comprendere la temperatura dell'organismo, dovremmo inoltre precisare le singole perdite di calore che avvengono nei singoli casi. Noi dovremmo conoscere quanto ne vada disperso per l'irradiazione, per la evaporazione, per la dissoluzione e scomposizione. Noi dovremmo, prima di ogni altra cosa, sapere quanto calorico si consumava dalla materia, nel trasformarsi in forza viva onde produrre lavoro. Poichè col moto la quantità dell'acido carbonico si accresce assai, senza che aumenti in proporzione la temperatura. Questo non dipende solamente dal calore divenuto latente per la evaporazione, ma ben più essenzialmente dalla parte non sempre computabile di calore che dispare come tale per divenire forza viva produttrice di lavoro (247).

L'amido nel corpo animale si converte in destrina e la destrina combinandosi all'acqua si trasforma in zucchero. Lo zucchero si decompone in acido lattico e l'acido lattico in acido butirrico, acido carbonico ed idrogeno. A poco a poco l'acido butirrico si trasforma nel corpo in acido oleico e margarico (248). Ma questi acidi grassi contengono meno ossigeno dell'acido butirrico, e questo ultimo poi meno ancora dell'acido lattico.

Quando l'amido, nella via di trasformarsi in grasso,

Digitized by Google

convertesi in zucchero, deve combinarsi chimicamente con acqua, e quindi sviluppa calore.

Cominciando dalla formazione dell'acido butirrico, il processo è caratterizzato da una progressiva disossidazione. L'acido butirrico contiene più ossigeno dell'acido margarico, e questo ne contiene più che l'oleico. La formazione di questi acidi si accompagna quindi da perdita di calore. Ma essi stessi, più tardi, abbruciando, si riducono in acido carbonico ed acqua.

E qui mal potrebbesi formulare un calcolo esatto, poichè noi ignoriamo, quanto amido si convertiva in zucchero, e quanto zucchero si trasformò in grasso. Come precisare, nei singoli casi, la quantità dei singoli acidi grassi che si ottennero dallo zucchero e la quantità che ne venne ridotta in acqua ed acido carbonico? Eppure tutte queste cifre, che mancano al nostro conto, ci sarebbero necessarie, per decidere qual parte si spetti a ciascuna serie di quei processi materiali, nello sviluppo della temperatura.

Dulong e Despretz adunque non hanno potuto precisare la quantità di calore prodotto nel corpo animale dalla formazione dell'acqua e dell'acido carbonico, nè hanno risolto completamente il problema dell'origine del calore animale (249); anzi noi dovremmo negare fede ai loro esperimenti, ove veramente da essi si potesse dedurre che il calore proprio dell'animale sia tutto quanto calore di combustione.

Noi ci troviamo innanzi ad uno di quei casi in cui non si può ridurre lo scambio della vita a numeri e cifre esatte. E ciò, non già perchè la materia si sottragga, nell'essere vivo, alle leggi delle cifre e della bilancia; ma perchè il calcolo si complica qui

Digitized by Google

con tante grandezze variabili, che noi non riusciremmo a precisarne, con esattezza, la diminuzione e l'aumento.

Noi possiamo, però, servirci del calcolo tanto che basti per vedere, che il grado di calore è una espressione dei processi materiali, e che esso risulta da sviluppi e da perdite di calorico. Con ciò il diritto del calcolo rimane salvo. Per procedere più in là nei singoli casi, ci converrebbe conoscere e fissare i singoli dati, che vanno perduti nella fiumana della vita. Se io ignoro quanto amido si trasformi in acido butirrico nel corpo animale, io non posso precisare l'influenza esercitata da questo processo sul calore, così come io non potrei precisare l'altezza di una torre, di cui mi fosse ignota la distanza dal luogo dell'osservazione. Il calcolo sarebbe, in astratto, possibile, ma, nel concreto poi, egli è inceppato ed impedito. Uno dei precipui problemi del biologo è appunto quello di assicurarsi fino a quai termini riescano insuperabili simili ostacoli. Questa conoscenza ci salva dall'illuderci con formole matematiche, che hanno importanza reale solo, quando traducono fedelmente in cifre i fenomeni della vita (250).

Per porre in una formola il grado di calore del corpo umano, secondo le sue origini, noi dovremmo trovare un'espressione assai composta e complicata. Perciò noi possiamo dire soltanto in via generica, che il calore cresce colla forza dello scambio molecolare, e decresce quando aumentano l'evaporazione e l'irradiazione, senza che il grado termico vada dietro passo passo con un solo fra i molteplici processi che danno luogo e regola allo scambio moleco-

Digitized by Google

lare. Perciò il calore non è una misura diretta della respirazione e della nutrizione dell'individuo, in quiete od in moto; esso non è in rapporto esatto col giorno e la notte, coll'estate e coll'inverno, coll'età e col sesso. Eppure dipende da costantissime leggi fissate per ciascuno di questi fattori. Perciò accade che dei mammiferi non sieno superati da alcuni uccelli di egual volume, tanto nel calore proprio come nella vivacità della respirazione (251). Il grado di calore corrisponde alla forza del respiro solo quando tutte le altre circostanze sieno pari.

Negli animali, nei quali la produzione del calore è minore della perdita, il grado termico del corpo si abbassa al disotto di quello dell'ambiente esterno. Due classi di animali (gli uccelli ed i mammiferi), invece, si distinguono, per ciò, che il grado termico del loro corpo oscilla in confini assai ristretti, ed appare, quasi del tutto, indipendente dal calore dell'ambiente esterno. Si attribuì, perciò, ad essi una costante temperatura per la quale essi distinguonsi dai pesci e dai rettili. E siccome finchè essi si muovono conservano il loro calore, per grandissimo freddo che faccia, così vennero detti animali a sangue caldo.

Questa costanza del calore nel corpo vivo, nei mammiferi e negli uccelli, è uno dei fenomeni più curiosi della fisiologia, nè potrebbe aver luogo senza un certo equilibrio tra la produzione e la perdita del calore.

Se nell'inverno va perduto molto più calore raggiante che non in estate, minore è, d'altra parte, la perdita di calore per l'evaporazione, e l'accresciuta

Digitized by Google

vivacità dello scambio molecolare produce molto più calorico. Nell'estate, si evapora molta acqua dalla cute, non solo, perchè l'aria circumambiente è più calda, ma perchè i capillari cutanei sono più dilatati dal calore, per cui la pelle stessa è più riccamente imbevuta di umori sanguigni. Ma quanto più umida è la cute tanto maggior è la quantità di vapore acqueo ch'essa elimina nella calda stagione (252).

Nell'introduzione della quarta di queste lettere io parlai di uno spediente di raffreddamento in uso presso gli abitanti della Nuova Guinea, i quali tengono in sulla porta di casa una pianta che evapora acqua in grande abbondanza. I mietitori ed i carbonai della Pensilvania si giovano del proprio corpo per ottenere questa evaporazione. Essi, ogni dì, bevono tanto, che la quantità dell'acqua esalata dalla loro pelle, in 24 ore giunge ad un sesto e fino ad un quinto del peso del loro corpo (253). Ma anche tutta l'altra acqua che noi eliminiamo dal corpo per le vie dei reni e dei polmoni, viene da noi riscaldata fino al trentasettesimo grado e sottrae quindi, nell'essere escreta, calorico al nostro corpo (254). Perciò nell'estate e nei climi caldi, o dopo un intenso lavoro, sentiamo sì forte lo stimolo al bere.

L'alimento è, in modo generale, fra i precipui mezzi con cui il corpo regola il suo calore e mantiene un grado di temperatura, approssimativamente, costante.

Nei climi freddi e nell'inverno la respirazione è più vivace che nell'aria calda ed asciutta; ebbene, nel Nord, occorre più cibo che nel Sud. E siccome usando grasso ed albumina si sperde, per un'uguale quantità di acido carbonico, molto più ossigeno che

Digitized by Google

non usando dello zucchero e dell'amido, così nei climi freddi noi consumiamo più carne grassa, e nell'estate invece preferiamo le radici, le frutta, e le verdure, in cui predominano gli adipogeni.

L'olio di pesce ed il sego, prediletto cibo dei Groenlandesi e dei Samojedi, sono fra loro così affini quanto alla produzione del calore, come il riso ed il miglio degli abitanti del Mar Pacifico.

Alimentazione, respirazione e la temperatura dell'ambiente sono tre anella della catena della vita che non ponno, di molto, disgiungersi senza che ne venga detrimento all'esistenza. Se l'Otaiziano volesse cambiare il frutto dell'artocarpo colla carne porcina, non potrebbe colla respirazione sua tenere dietro alla digestione; ne nascerebbe uno squilibrio tra la ematosi e lo sviluppo dei tessuti, tra l'assorbimento e la escrezione. Nè il Groenlandese potrebbe produrre il calore che gli è necessario, ove cangiasse il suo cibo di pesce con riso e con frutta.

Tali sono i rapporti di necessità onde vanno collegate le condizioni della nostra esistenza, rapporti cui tante volte si volle far dipendere da remote, ascose intenzioni di cui si esaltava la saviezza. Era quell'andazzo di arbitrarie personificazioni, che fece ascrivere alla sapienza della causa, l'armonia impreteribile che regge fra la causa e l'effetto.

Concludo, adunque, senza tema di essere male compreso, che il calore proprio del corpo corrisponde allo scambio molecolare, e che cessa nella morte, col cessare di questo. Perciò, l'abbassarsi del calore, nell'infermo, è sintomo sì fatale. Esso ci indica, come sia paralizzato quel moto molecolare, d'onde si in-

Digitized by Google

forma la vita. Quando l'animale abbia perduto quattro decimi del proprio peso e più di quindici gradi del proprio calore, esso non resiste più alla morte per inanizione.

Il calore, dall'altra parte, sebbene non sia la causa della vita, ne è una condizione necessaria, poichè non potrebbe abbassarsi di troppo senza arrestare lo scambio molecolare. Senza calore non è possibile il moto della materia. Chi voglia salvare un animale, minacciato di morte per inanizione, conviene provveda alla sua temperatura prima ancora di alimentarlo (Chossat). Poichè la digestione viene meno, quando il calore sia, di troppo, diminuito, e colla digestione s'arrestano l'ematosi, la nutrizione, e la escrezione; manca lo scambio molecolare, che regola il calore del corpo. Conviene, dunque, rimettere il corpo in circostanze esterne, che rendano possibile, ancora, lo scambio molecolare. E, con esso, ritornano il calore e la vita.

Digitized by Google

LETTERA XV.ª

Lo sviluppo progressivo della materia.

V'ha una grande volubilità nell'umano sapere. Oggi noi ci insuperbiamo delle ricchezze scoperte, e, l'indomani, le deridiamo come anticaglie, che poteansi, senza fatica, rinvenire ad ogni piè sospinto.

Il colono nutre il suo cavallo coll'avena, che egli stesso seminò, e si giova degli escrementi del suo cavallo, per concime del campo. Egli dunque dà prova di saper comprendere il circolo della materia, così bene, come il naturalista che si affatica, con tutte le forze dell' osservazione e del pensiero, dietro lo studio delle metamorfosi della materia. Ma se questa verità spicca fuori, per sì semplice via, dal capo del semplice villanello, non perde, perciò, nulla del suo valore.

Qui il colono infatti conosce, è vero, come la sua avena trovi nutrimento nel campo e nella pioggia e nell'aria, come il suo cavallo molto bene si giovi ed invigorisca coll'avena, e come il campo riesca più fertile col concime; ma quel villano non s' addentra più oltre in questi processi, nè v'attende e perscruta di più, che lo statista non faccia, quando si ringalluzza nella fede che gli Dei governino il mondo, e

Digitized by Google

nemmeno più del naturalista quando crede che Dio presti al midollo oblungato la sua influenza sui battiti cardiaci.

In tutti questi casi noi, col pensiero, ci gettiamo in braccio ad una causa remota, dimentichi dei membri intermediari, pei quali il campo, l'avena ed il concime riescono al loro ultimo effetto. In tale abbandono non impariamo se, per avventura, una forza incorporea animi l'avena ed il cavallo, noi ignoriamo se il concime agisca per altro che per incantesimo sul terreno, e nella pioggia forse null'altro vediamo che un mezzo di lavare le foglie. Una causa remota, divisa da un abisso di ipotesi dall'ultimo effetto, è come una meta che tentiamo d'indovinare e che non possiamo raggiungere, perchè la baldanza, vedova di fatti, ce ne sbarra il cammino. Perciò vi ha sempre un'essenziale differenza tra l'osservazione dei più ed il sapere dello scienziato; e la nostra compiacenza per le conquiste fatte coi crogiuoli e le bilancie diverrà più modesta forse, ma pur sempre, al pari, completa, benchè il contadino ne presagisse, prima, i risultati e lo scopo.

Quanto al circolare della materia la scienza andò più innanzi, che non giungessero le osservazioni dei concimi, dei foraggi, dei bestiami e dei campi. Essa prese a seguire l'evoluzione della vita della materia. Senebier, coi suoi lavori sulla nutrizione delle piante, Tiedemann e Gmelin, cogli studi sulla digestione, furono, inconsci forse, i fondatori della filosofia moderna. Gli enciclopedisti colle loro ardite profezie, in confronto a quegli scienziati, non erano molto più avanzati di quel che sieno le vedute generali e vaghe del villano paragonate alle conseguenze logiche

Digitized by Google

che risultano dalle osservazioni minute e complete del naturalista.

Ammoniaca, acido carbonico, acqua e pochi sali sono i materiali donde si originano le piante. Quelle poche sostanze depauperandosi, ogni ora più di ossigeno, formano l'albumina e la destrina, due corpi cui i succhi delle piante giungono a sciogliere, e quindi diffondono nei punti più lontani dello stelo, delle foglie, e delle frutta. Dall'albumina si formano degli altri corpi albuminoidi; la legumina, la gliadina e l'albumina coagulata, fra cui le due ultime si depongono, indisciolte, nel seme. La destrina si cangia in amido e cellulosi, che contengono gli stessi equivalenti degli stessi principii, ma in una diversa disposizione delle molecole. Una parte della destrina si combina coll'acqua e convertesi in zucchero. Ma l'eliminazione dell'ossigeno continua sempre. Dalla cellulosi si forma il ligneo ed il sughero, dall'amido si forma il grasso e la cera.

L'albumina, lo zucchero ed il grasso sono i materiali organici dell'animale. Il sangue degli animali è una soluzione di albumina, di grasso, di zucchero e di sali.

L'albumina, man mano che assimila nuovo ossigeno, si converte nella fibrina dei muscoli, nei principii collogeni dell'ossa e delle cartilagini, nella sostanza dei capelli e della cute. Unendosi al grasso, all'acqua ed ai sali, questi corpi formano tutto l'organismo animale.

Noi abbiamo seguito lo sviluppo, passo per passo, dalla terra, dall'aria e dall'acqua fino alla creazione di esseri vivi e pensanti. L'onnipotenza creatrice si riduce all'affinità della materia.

Digitized by Google

Alcuni di quei gradini, nei quali noi studiammo la materia, sono così vasti ed estesi da render possibili molte strade dello sviluppo. La scienza moderna cerca di rintracciarle tutte. Se non che l'indirizzo del moto della materia è così chiaro e lampante che quelle vie, per indirette e tortuose che sieno, non possono trarci in un cieco labirinto, ma sì bene sopra una vasta spianata in cui potremo raccogliere ricchissime messi, quando non ci venga meno lo zelo ed il coraggio di coltivarle.

La riduzione appunto, come la produzione, si organa per un moto sempre continuo e progrediente. L'albumina, lo zucchero ed il grasso, si decompongono nelle piante in basi ed acidi, in pigmenti, oli volatili e resine, in azoto, acido carbonico ed acqua, e nell'interno del corpo animale, in leucina, tirosina, creatina e creatinina, ipoxantina ed acido urico, acido formico ed acido ossalico, urea ed ammoniaca, acido carbonico ed acqua. L'urea si decompone, al di fuori del corpo, in acido carbonico ed ammoniaca.

Per mezzo della vita stessa, e piante ed animali ritornano alla loro origine.

Tutto si risolve in ammoniaca ed acido carbonico, acqua e sali. Una bottiglia, ripiena di carbonato d'ammoniaca, di cloruro di potassio e fosfato di soda, di calce e magnesia, di ferro, di acido solforico e di silice, abbraccerebbe, completamente, il concetto delle materie che producono la vita delle piante e degli animali.

Dopo la morte, la riduzione ha luogo per un processo continuo e regolare come nella vita. Solo che la materia s'inchina al suo fine, passando per diversi

Digitized by Google

gradi intermedii alla decomposizione. L'infradiciamento non è altro che una lenta combustione delle sostanze organiche che ha luogo al di fuori del corpo vivo. Essa è una continuazione della respirazione. L'imporrare poi è un lento infradiciamento. Quando il disfacimento delle sostanze organiche non ha luogo per l'ossidarsi, ma per lo scomporsi dei corpi, i cui principii si combinano sotto un'altra forma, allora il processo fu da Liebig chiamato di putrefazione.

Nel maggior numero dei casi la decomposizione dei cadaveri, di piante e di animali, è l'effetto combinato dell' infradiciamento e della putrefazione.

I corpi azotati, detti albuminoidi, danno origine, in questi processi, a due combinazioni azotate, che per la loro facilità a cristallizzare, mostrano d'essere sostanze di riduzione. Una di queste sostanze si osservò, per la prima volta, nel cacio fradicio; essa si può ottenere in fogliette bianche cristalline ed è detta *leucina*. L'altra che deriva, in maggior copia dalle corna e cristallizza in aghi lucenti e bianchi, si chiama *tirosina*. La leucina e la tirosina si distinguono dai corpi albuminoidi per la maggior ricchezza di ossigeno. Esse si potrebbero, perciò, ottenere da combinazioni albuminose con mezzi che favoriscono la combustione.

La leucina non nasce soltanto da corpi albuminoidi e cornei, ma anche da sostanze collogene; la tirosina principalmente dalle sostanze cornee, ma anche dai corpi albuminoidi. Le sostanze collogene producono, invece della tirosina, un corpo ancora più ricco di ossigeno, la glicocolla.

Dalla colla delle cartilagini però voi potrete otte-

Digitized by Google

nere, variando il trattamento, ora glicocolla, ora tirosina, ora leucina. Se la fate bollire cogli alcali, vi darà glicocolla, se la fate fondere con la potassa, vi darà tirosina; in ogni caso otterrete pure una piccola quantità di leucina la quale abbonda, invece, quando si faccia bollire la colla delle cartilagini coll'acido solforico (Hoppe) (285).

La tirosina contiene più ossigeno della leucina. Quando si tratti il corno con un agente che favorisca la combustione, se ne ottiene leucina prima che tirosina. Quest'ultima si può riguardare come un prodotto dell'ossidazione della leucina.

Nella putrefazione delle sostanze in discorso, oltre la leucina, la tirosina e la glicocolla, nasce sempre anche dell'ammoniaca. La quantità dell'ammoniaca va ognora crescendo, benchè l'ammoniaca sviluppata non contenga mai tutto l'azoto delle sostanze organiche. Già Marchand dimostrava come le sostanze organiche, in putrefazione, sprigionino, in certi tempi, dell'azoto (256).

Reiset e Ville, or non è molto, trovarono come, regolarmente, ad ogni putrefarsi della carne, e ad ogni formazione di concime, ritorni dell'azoto nell'aria atmosferica (257). Valentin osservava, che i muscoli morti esalano azoto (258).

Mentre l'ammoniaca contiene una gran parte dell'azoto dei corpi animali e vegetali, il carbonio e l'idrogeno si trovano, in parte, in certi acidi che si assomigliano, per molte proprietà, agli acidi grassi, e differenziano dai più, solo per la maggior copia di ossigeno e per la volatilità loro. A questi acidi appartengono l'acido caprinico, caprilico, capronico, baldrianico, butirrico, propionico (259), acetico e

Digitized by Google

formico. In questa serie ognuno degli acidi che segue, supera quello che lo precede, per maggior quantità di ossigeno, e quindi questi acidi sono membri intermedii che incamminano la combustione e la riduzione successiva dei tessuti in acido carbonico ed acqua.

La leucina, per esempio, se venga fusa colla potassa, si riduce in ammoniaca, acido baldrianico ed idrogeno (Bopp).

Per i bei lavori di Bopp, di Hinterberger, di Guckelberger e di Keller, noi fummo liberati dall'opinione sì poco verosimile che gli animali e le piante si riducessero da un sol tratto, per la putrefazione, in ammoniaca, azoto, acido carbonico ed acqua (259ª). Noi sappiamo, ora, che queste sostanze sono gli ultimi termini di un processo di sviluppo, nel quale la leucina e la tirosina, la glicocolla e gli acidi grassi volatili entrano come gradi intermedii.

Nell'ammoniaca, nell'azoto, nell'acido carbonico, e nell'acqua, noi ritroviamo i principii delle combinazioni albuminose, cornee e delle colloidee. Ma tutti questi corpi contengono anche zolfo, alcuni albuminoidi e i capelli, oltreciò, contengono fosforo. Lo zolfo e il fosforo, nella putrefazione, sono tolti parimenti dai loro composti organici.

Lo zolfo compare, dapprima, combinato coll'ammoniaca, nel solfuro d'ammonio. Per mezzo degli acidi organici (che nella putrefazione degli albuminoidi sogliono comparire insieme al solfuro) il solfuro d'idrogeno viene cacciato dal solfuro di ammonio. A questo idrosolfuro devono il loro odore ributtante le sostanze putrefatte.

L'idrogeno fosforato è un prodotto della putrefa-

Digitized by Google

zione delle sostanze albuminoidi È quel gaz infiammabile all'aria, che per il suo vagolare nei cimiteri fu detto *fuoco fatuo* e suole spaventare gli ignoranti. Se l'aria, nella scomposizione delle sostanze azotate delle piante e degli animali, abbia un libero accesso, allora il fosforo si cangia in acido fosforico. Essendo più forte allora l'ossidazione della decomposizione interna, il fosforo va combinandosi coll'ossigeno, e si forma del fosfato di ossido di ammonio, che s'incontra fra i prodotti dell'infradiciamento dei corpi albuminosi, che contengono del fosforo.

Il solfuro d'idrogeno viene dagli alcali cangiato in solfuro di potassio, questo però in seguito a progressiva ossidazione si cangia in iposolfito, in solfito, e finalmente in solfato di potassa.

Se la decomposizione, per circostanze a lei favorevoli, venga al suo ultimo termine, i corpi albuminosi e cornei, le fibre elastiche, ed i tessuti collogeni si trovano ridotti tutti in ammoniaca, acqua, azoto, acido carbonico, acido solforico e fosforico.

La decomposizione delle sostanze non azotate, dei grassi e degli adipogeni, dopo la morte procede pure a poco a poco, come quella dei corpi azotati.

La rancidità dei grassi viene prodotta da un'ossidazione, in grazia della quale i corpi grassi poveri di ossigeno e ricchi di carbonio si trasformano in acidi grassi ricchi di ossigeno e poveri di carbonio. Questi acidi grassi sono volatili ed hanno un'odore spiacevole. L'ossidazione è preceduta da una scomposizione dei grassi neutri in acidi grassi e glicerina.

Se, per esempio, la porzione fluida del grasso umano venga conservata per lungo tempo, si vedrà

Digitized by Google

raggrumarsi, in parte, ed assumere la forma solida, perchè la margarina si scompone in glicerina ed acido margarico, il quale si discioglie nell'oleina più difficilmente della margarina (Heintz) (260).

L'adipocera che si rinviene nei cadaveri consta di sali dell'acido stearico e del margarico, i quali acidi si separarono dalla glicerina a cui erano uniti (261).

La glicerina stessa, si cangia colla fermentazione, in acido propionico ed acqua.

Tutti sanno che nel formaggio si formano degli acidi grassi volatili, ai quali esso deve quel suo gusto piccante. Nei formaggi, noi uomini al pari di molti animali, ci ingolliamo i prodotti di un infradiciamento. L'oleina e la margarina del cacio si trasformano, colla progrediente ossidazione, in acido caprinico e caprilico, capronico, baldrianico e butirrico.

Ciò accade generalmente nell' infradiciamento dei grassi. Il grasso d'oca e di maiale, quando sia guasto, contiene gli acidi capronico e butirrico al pari del burro rancido. Nel lardo, Chevreul, trovava perfino un po' di acido acetico (262).

In questo infradiciamento pare che sempre si formi una certa quantità di acido carbonico. Kolbe scompose l'acido baldrianico in acido carbonico ed in una combinazione di carbonio ed idrogeno, la quale, ossidandosi, divenne acido butirrico. Nella serie degli acidi grassi volatili, l'acido butirrico, per la ricchezza dell'ossigeno, è quello che più davvicino precede l'acido baldrianico.

Acido acetico e formico sono i corpi più ricchi di ossigeno, che per questa via si possano ottenere dall'infradiciamento, finchè le combinazioni contengano an-

Digitized by Google

cora idrogeno. Ma l'acido acetico e il formico si decompongono, infine, in acido carbonico ed acqua.

Mentre i grassi solidi attraversano gli stadi intermedii di acidi grassi volatili, per trasformarsi in acido carbonico ed acqua, noi incontriamo, negli stadi intermedii della putrefazione degli adipogeni, gli acidi organici del terriccio.

La cellulosi, l'amido, lo zucchero e il ligneo generano, coll'infradiciamento, l'acido umico, l'ulmico, e il geico, l'acido crenico e l'apocrenico, l'acido carbonico e l'acqua. Di tutti questi acidi il più povero di ossigeno è l'ulmico, vengono quindi l'umico, il geico, l'apocrenico, il crenico. L'ossidazione progrediendo tramuta, di quegli acidi, il precedente nel consecutivo, l'ulmico in umico, questo in geico e così via via. Questo effetto dell'ossidazione è la ragione per cui l'acido ulmico si riscontra così raramente (Mulder).

Anche i corpi albuminosi possono, per l'infradiciamento, cangiarsi negli acidi del terriccio. Allora oltre l'acido umico, crenico ed apocrenico, si forma anche dell'ammoniaca. L'ammoniaca è la base colla quale gli acidi del terriccio hanno la più stretta affinità (Mulder).

Se l'acido umico e gli altri che ad esso si associano dimorano nella terra, senza essere assorbiti dalle piante, l'aria ne accelera ognora più la ossidazione. Gli acidi apocrenico e crenico si decompongono in acido carbonico ed acqua.

Tutti quegli acidi, infatti, non contengono che carbonio, idrogeno ed ossigeno. Essi, combinandosi coll'ossigeno, si trasformano in acido carbonico ed acqua.

Digitized by Google

L'ossidazione riesce incompleta se una colonna di acqua rende più difficile l'accesso dell'aria. Così il legno nelle paludi non si riduce più in acido carbonico ed acqua, ma in acido carbonico e gaz delle paludi, combinazione di idrogeno e carbonio che manca al tutto d'ossigeno.

Sotto favorevoli circostanze il gaz delle paludi si decompone ancor esso. L'idrocarburo si combina coll'ossigeno e gli ultimi prodotti della scomposizione sono ancora acido carbonico ed acqua.

Io non accennai, finora, che i più importanti fra i gradi intermedii per cui passano le piante e gli animali, prima di ridursi completamente in ammoniaca ed azoto, in acido carbonico ed acqua, in acido fosforico e solforico. Quei gradi però non sono i soli; altri e ben altri se ne osservarono, facendo agire il calore a secco sui corpi organici. Ma questa azione del calore a secco, detta la distillazione secca, non è, secondo Liebig, che una combustione nell'interno d'una sostanza, pella quale una parte del carbonio si abbrucia a spese dell'ossigeno proprio del corpo, mentre contemporaneamente si formano combinazioni ricche d'idrogeno (263). L'effetto del caldo secco è un' incompleta ossidazione.

Da questo punto di vista i prodotti del calore secco meritano non solo l'attenzione del chimico, che studia le mutazioni della materia nelle più svariate circostanze, ma più ancora di quanti studiano le leggi della riduzione naturale delle materie organiche.

Così dobbiamo ad Anderson il sapere come le ossa assoggettate al calore secco producono una serie di basi volatili le quali constano soltanto di azoto, car-

Digitized by Google

bonio ed idrogeno. Fra queste basi noi ritroviamo lo stesso corpo che già fu scoperto nel *chenopodio*, la propilamina, quindi la metilamina e la petinina o butilamina. Questa ultima è più ricca di carbonio ed idrogeno per rapporto all'azoto; la più povera di carbonio e di idrogene è la metilamina; mentre invece la propilamina, ossia la trimetilamina, sta nel mezzo alle due sopranominate. Secondo le analisi di Anderson, anche l'etilamina che riempie il vuoto tra la metilamina e la propilamina parrebbe trovarsi fra le sostanze che si ottengono dall' osso per via secca (264).

Senza alcun dubbio queste basi azotate, che hanno tanta somiglianza coll' ammoniaca, e perciò furono chiamate da Wurtz *composti ammoniacali*, si devono riguardare come membri intermediari tra i principii collogeni delle ossa e l'ammoniaca, l'acido carbonico e l'acqua. Tra questi membri intermediarii il più prossimo all'elemento plastico dell'osso è quel corpo che contiene, proporzionatamente all'azoto, la quantità maggiore di carbonio ed idrogeno, vale a dire la butilamina (petinina).

La petinina, la trimetilamina, l'etilamina, la metilamina formano una serie progressiva in cui ogni membro si distingue da quello che lo precede per una quantità sempre minore di due equivalenti di carbonio ed idrogeno. Ed appunto in modo simile si seguono gli acidi caprinico, caprilico, capronico, butirrico, acidi volatili privi di azoto, ai quali si aggiunge l' acido propionico, l'acetico e il formico. In tutta questa serie ogni membro successivo perde un numero pari di equivalenti di carbonio ed idrogeno,

Digitized by Google

mentre vi si aumenta l'ossigeno. Il chimico chiama *combinazioni omologhe* i corpi che appartengono a quelle serie.

La conoscenza di esse ci spiega il moto lento, regressivo che trasforma le sostanze organiche delle piante e degli animali nei principii che costituiscono la nostra atmosfera. Ogni giorno vanno moltiplicandosi quei gradi intermedii che ci illuminano su questo processo di decomposizione della materia. Ed ormai siamo sicuri (le scoperte d'ogni anno, d'ogni mese, ce lo attestano) che noi giungeremo ad ordinare tutti questi gradi intermedii in serie così naturali, come testè si potè fare degli acidi grassi e delle basi volatili o degli acidi organici del terriccio.

Anche qui ritroviamo la stessa legge, come nella riduzione delle piante e degli animali. Noi vediamo, cioè, che le sostanze organiche assumono tanto più energiche proprietà acide od alcaline, quanto più profondo è il grado di riduzione in cui si trovano. La sostanza organica si cangia alfine in acido carbonico, solforico, fosforico ed in ammoniaca. Solo l'acqua può ora fare l'ufficio di base ed ora di acido (Rose).

Nel principio di questo capitolo io notai che la materia, decomponendosi dopo la morte, attraversa dei stadi diversi da quei per cui passa durante la vita. Con ciò non devesi però intendere che le sostanze qui sopra accennate debbano mancare al tutto nella vita. Noi vedemmo già, come una delle basi volatili di cui si fece discorso occorra nel chenopodio vivente. Frerichs e Staedeler trovarono la leucina nelle glandule salivali e nel pancreas, nelle glandule sanguigne, nel fegato e nel cervello malato (265).

Digitized by Google

Cloetta la trovò in polmoni sani, e Scherer, Virchow (266) e Gorup-Besanez confermarono in gran parte queste scoperte. La tirosina fu trovata nella milza, nella glandula pancreatica e in un fegato ammalato (168-169).

Sotto certe circostanze straordinarie le sostanze che altrimenti produconsi solo nella putrefazione o per fermento, compaiono, ed in gran copia, anche nei corpi vivi. Frerichs lo dimostrò testè in un lavoro, che è documento stupendo del trionfo cui può giungere la patologia nelle mani di tenace e sapiente fisiologo. Nella malattia di Bright, l'urea subisce una fermentazione che la sdoppia in acido carbonico ed ammoniaca, precisamente come accade dell'urea escreta nell'urina. Il carbonato d'ammoniaca si trova in sì grande copia allora nel sangue che essa passa nell'aria espirata, in cui, con semplici reattivi, si può rinvenire. Coll'iniezione di una soluzione di carbonato d'ammoniaca nel sangue dei cani, Frerichs potè ottenere gli stessi fenomeni che rendono tanto pericoloso quel male (267).

Dopo la morte, come nella vita, l'ossigeno è la molla principale che spinge alla riduzione. L'infradiciamento e la respirazione sono lenti processi di combustione in cui l'ossigeno agisce immediatamente sui corpi in via di metamorfosi regressiva, ovvero, determina la decomposizione combinandosi coi corpi primitivi.

Si danno però molti casi in cui l'ossigeno produce indirettamente la scomposizione in un corpo, mentre esso medesimo si combina con un altro.

Se si esponga all'aria una certa quantità di caseina

Digitized by Google

e di burro, la caseina in grazia dell'ossigeno si trasforma. Dapprima si riduce in leucina, la quale si decompone in acido baldrianico e butirrico. Ma', contemporaneamente i corpi grassi del burro non restano inerti. Questi grassi constano delle combinazioni di vari acidi grassi, l' oleico, il margarico, il caprinico, caprilico, capronico, butirrico, colla glicerina, combinazioni che chiamansi elaina, margarina, caprinina, caprilina, capronina e butirrina. In seguito alla decomposizione della caseina, quelle combinazioni si disfanno nei corrispettivi acidi grassi e nella glicerina. Gli acidi grassi volatili, il caprinico, caprilico, capronico, butirrico, sono messi in libertà, ed il formaggio acquista quello speciale sapore piccante che tutti conoscono.

In questi processi i prodotti della caseina decomposta non si combinano con quelli risultanti dallo sdoppiamento dei grassi. Succede, allora, secondo Liebig, un movimento nelle più fine molecole della caseina, un movimento che si propaga ai grassi. Questo accade senza che i prodotti loro vengano punto a combinarsi, ed in ciò, il Liebig, troverebbe il carattere generale della fermentazione. Ne abbiamo un esempio nella fermentazione alcoolica, per cui un moto comunicato da un corpo, che trovisi in decomposizione incipiente, si propaga allo zucchero d'uva, il quale, quindi, si sdoppia in alcool ed acido carbonico. L'ossigeno dà il primo impulso alla decomposizione della sostanza che desta la fermentazione, e questa sostanza prende il nome di fermento.

Se il latte si fa acido, ciò devesi all'ossigeno dell' aria, che indirettamente determina la decomposi-

Digitized by Google

zione. L'ossigeno mette in moto i principii della caseina. Questo moto si propaga allo zucchero del latte.

Lo zucchero del latte però non si combina coll'ossigeno. Esso cangiasi in acido lattico, il quale ha un numero eguale di equivalenti di carbonio, idrogeno, ed ossigeno dello zucchero di latte. Se non che, nell'acido lattico le singole molecole sono disposte diversamente che non lo sieno nello zucchero. Se l'azione della caseina posta in movimento continua, allora l'acido lattico si cangia in acido butirrico, carbonico, ed idrogeno. Il latte che venga spogliato colla bollitura di tutto il suo ossigeno, rimane lungamente inalterato, senza inacidire, perchè vi manca la sostanza che deve porre in moto la caseina.

L'ossigeno coopera sempre in queste fermentazioni, che noi dobbiamo riguardare come casi speciali di riduzione che ha luogo dopo morte, o dopo l'escrezione della sostanza dal corpo vivente. Esso cangia il fermento, la trasformazione del quale non è possibile, senza un fenomeno di moto. Il moto si propaga ad altre sostanze, le quali, esse medesime, non si combinano coll'ossigeno.

Quanto più complicata è la composizione della materia, tanto più facilmente soffrirà l'equilibrio tra le attrazioni delle singole molecole, tanto più facilmente si avrà movimento. Quindi la fermentazione è una prerogativa delle sostanze organiche. Questa facilità di squilibrarsi, questa mobilità delle molecole che caratterizza le sostanze organiche, è la causa della vita dopo la morte.

Già gli acidi del terriccio che sono membri intermedii tra i corpi albuminosi e gli adipogeni, da un

Digitized by Google

lato, l'ammoniaca, l'acido carbonico e l'acqua dall'altro, si devono considerare come i precipui fattori di vita novella.

Anche nei corpi vivi delle piante e degli animali domina, nel più dei casi, un moto delle più fine molecole che si propaga da un principio ad un altro. Le sostanze che producono questo moto nel massimo grado e coll'azione più feconda, sono i corpi albuminosi ed albuminoidi. L'umato, il crenato e l'apocrenato d'ammoniaca sono i principii del terriccio che più facilmente si cangiano in albumina. Quando la pianta ruba al terreno l'apocrenato d'ammoniaca, essa arricchisce la radice di una sostanza che non possiamo più chiamare un semplice fermento, ma sì bene un vero veicolo di vita.

La putrefazione e l'infradiciamento non sono mai completi, se non quando tutte le sostanze organiche sieno cangiate in ammoniaca, azoto, acido carbonico ed acqua. Anche i sali inorganici allora hanno abbandonato il composto organico.

Ma nello stesso istante quella sostanza diventa propagatrice di una nuova vita. L'acido carbonico, l'acqua, l'ammoniaca ed i sali, riuniti, sono alimenti completi delle piante; essi soli, senz'altro amminicolo, possono creare albumina, zucchero, grasso, e quindi piante, animali, uomini.

Io non vo' richiamare l'attenzione vostra sull'immensità di questo circolo, ma bensì sulle circostanze per le quali il circolo tocca la grande sua materiale importanza. Ben a ragione l'anatomico non si accontenta più delle forme esterne offerte dalle piante e dall'animale adulto; le più tenaci indagini lo hanno

Digitized by Google

condotto a seguire lo sviluppo dei più fini elementi istologici, il formarsi delle più intime trame dei tessuti e degli organi. Il fisiologo che riguarda la biologia come una chimica e fisica delle piante e degli animali, ricerca pure l'evoluzione viva della materia. Certo noi avremo molto e molto da fare prima di poter dire davvero che conosciamo tutti i fenomeni del processo produttivo e del riduttivo. A tal uopo ci rimane da piantare fermo il piede in tutti i gradini di queste due scale che si toccano in sulla cima.

Ma dopo aver veduto, come questi due processi svolgansi gradatamente, come la sottrazione di ossigeno plasmi ed organizzi a poco a poco i corpi più semplici, e come poi l'ossidazione progressiva li riduca e disfaccia, noi abbiamo abbastanza prove da poter asserire, che il materialismo non è sistema privo dell'appoggio dei fatti, e non è un temerario giuoco d'ipotesi.

Chi si spaventa innanzi alle ultime conseguenze, non esamini, ma creda. E se qualcuno non si accontenti della fede, ebbene, si metta, fiducioso, all'esame; troverà il coraggio della scienza. La coscienza di questo eterno contrasto rende impossibile ogni transazione, e quindi ogni inimicizia. Poichè colui che oggi sa, e domani crede, non è oggi, nè sarà dimani, un uomo vero. Egli non è degno, non è nato per le battaglie.

Fra chi crede e chi esamina, non avvi lotta possibile. Essi camminano e sanno di camminare per opposti sentieri.

Digitized by Google

LETTERA XVI.

La materia governa l'uomo.

« Un ostacolo precipuo per cui il tedesco non ha la loquela facile e spedita delle altre nazioni sta nella poca scioltezza della lingua, la quale è causata dal troppo uso dei vegetabili e dei cibi grassi (268). » Così scriveva Zelter a Goethe, Zelter a cui nessuno poteva negare una matura e severa esperienza.

La fisiologia però non è in grado ancora di formulare un giudizio su quelle proposizioni di Zelter. Questo solo c'è noto che i cibi grassi abbisognano, per decomporsi, di una quantità maggiore di ossigeno che non gli adipogeni. Ma data una tale grandezza dei polmoni, noi decomporremo tanto minor quantità della sostanza del corpo, quanto più d'ossigeno occorre a questa sostanza onde abbruciare. Una più rapida metamorfosi molecolare rende i movimenti più facili e vivaci. Ora come la voce ed il linguaggio dipendono, infine, dal movimento dei muscoli della laringe, della lingua, del palato e delle labbra, così può darsi che un cibo grasso danneggi, assai più del cibo vegetale, la loquela ed il canto.

Giusta o no che sia la spiegazione proposta da Zelter, il fatto da lui allegato merita di certo la no-

Digitized by Google

stra attenzione. Esso non contraddice alla comune esperienza per cui i cantanti hanno tanto orrore delle mandorle e delle noci, orrore che non sembra sempre dipendere dall'azione meccanica delle fine particelle di queste frutta, sulle corde vocali. — Comunque sia, questo fatto, sì volgare, basti intanto a mostrarci, quanto e come, noi dipendiamo dalla materia del mondo esterno.

Molti dei nostri vecchi maestri ci ripeterono, spesso, come il sale di cucina è necessario per la vita, come tutti i popoli, per un necessario istinto, furono spinti ad usarne, e ciò, prima che la scienza ci rivelasse, come la cartilagine non si può formare senza il sale. Ma anche adesso molti popolani ignorano quanta influenza abbia quel sale su noi, e quanto valga a modificare le proprietà del corpo. Una certa quantità di sale da cucina produce aumento di sali nel sangue, di cloruro sodico in ispecie, ed oltreciò, che più monta, moltiplica i corpuscoli del sangue e diminuisce invece la quantità dell'acqua e della fibrina (Poggiale, Nasse) (269). Scemando l'acqua nel sangue, ci si manifesta la sete, che tiene dietro appunto all'uso di cibi molto salati.

Quantunque Schrenk abbia trovato che la quantità dell'albumina disciolta nel succo gastrico non si accresce punto coll'aumento di quel sale (270), tuttavia Lehmann e Frerichs ebbero a notare ch' essa viene allora digerita più presto (271). Ciò potrebbesi spiegare per l'aumentata secrezione della saliva e dei succhi gastrici (Bardeleben, Frerichs) (272). Infatti noi sappiamo come la saliva avvia la digestione degli adipogeni, trasformando l'amido in zucchero, e

Digitized by Google

come il succo gastrico è l'umore più atto a disciogliere i corpi albuminosi.

Boussingault ci apprese che i tori ai cui foraggi si mescoli del sale, mostrano un pelo più lucido, un aspetto più prosperoso, una maggiore vivacità, senza divenire, perciò, più pesanti (273). Quindi la nutrizione, ossia lo sviluppo dei tessuti, è soggetta all'influenza del sale di cucina, quanto la digestione ed il sangue.

Boussingault avendo anche notato in quei tori una tendenza maggiore alla monta, ne deduce che l'uso di quel sale favorisca pure la secrezione dello sperma. Certo ad ogni modo ch' esso aumenta la quantità del sale nella saliva e nel succo gastrico.

Coll'uso più copioso del cloruro sodico cresce ancora la quantità d'azoto cui la respirazione cutanea e polmonale sottraggono dal corpo (Barral, Regnault e Reiset) (274), si accresce quindi la riduzione delle sostanze azotate dei tessuti, il che ci viene manifestato pure dalla maggiore eliminazione dell' urea (Barral).

Un uso troppo grande del sale riesce ad uccidere gli animali più forti. Goubaux rilevava, con esatte esperienze, che se si faccia prendere al cavallo $^1/_{200}$, ed al cane $^1/_{400}$ del proprio peso di sale, gli si provoca, in 12 ore, un'infiammazione mortale dello stomaco e delle intestina. E così un condimento indispensabile dei cibi si converte, per l'abuso, in mortale veleno (275).

Sapendo ora come una sostanza semplicissima possa agire con tanta forza sul nostro corpo, sapendo come perfino un uso copioso di acqua semplice basti ad aumentare, sensibilmente, la secrezione dei principii

Digitized by Google

urici (276), non ci maraviglieremo più che una modificazione notevole dell'alimentazione possa influire, d'assai, sulla metamorfosi delle materie.

Liebig errava, perciò, scrivendo, che la carne ed il pane, cibi vegetali e animali, agiscano in egual modo in quelle funzioni, che uomini ed animali hanno comuni (277).

Voi potreste dedurre da ciò che l'uomo potrebbe, a sua posta e voglia, imbrancarsi tra gli erbivori od i carnivori. Ma Liebig stesso no'l pensa. « Il grande « vantaggio, dic'egli stesso, delle carni, sul fieno e « sulle patate, sta in ciò ch'esse producono il sangue « e le carni con assai maggiore rapidità, e sostituiscono con assai minore dispendio di forze le sostanze muscolari consumate nel lavoro » (278).

Nè altrimenti potrebbe essere la bisogna, comechè il pane e la carne tanto differenziano nella composizione.

Infatti il pane possiede nel glutine un miscuglio di due corpi albuminoidi, descritti, l'uno come albumina vegetale insolubile, l'altro come gliadina. Queste due sostanze differiscono dalla fibrina dei muscoli perchè si disciolgono più difficilmente nei succhi digestivi e perchè contengono meno ossigeno. L'albumina solubile, che trovasi nella carne imbeverata di sangue e di succhi nutritizi, è più ricca di solfo che non sia l'albumina solubile del pane.

Ma ben più importa di conoscere la differenza che corre tra le sostanze grasse, che predominano nelle carni, e gli adipogeni che abbondano tanto nel pane.

L'amido e lo zucchero richiedono la digestione, per trasformarsi in adipe, e con ciò perdono una

Digitized by Google

certa quota d'ossigeno. I principii albuminoidi del pane devono parimente trasformarsi nell'albumina del sangue. Questo ci spiega perchè il sangue e, con esso i muscoli dell'uomo, si rinnovino più presto sotto l'uso delle carni, che non con quello del pane.

Eppure chi voglia paragonare il cibo animale al vegetale, si trova innanzi contrasti ben più recisi che non confrontando la carne ed il pane. La carne e la verdura o la frutta sono ai due poli estremi della serie dei nostri alimenti.

La carne e la verdura differiscono per le proprietà dei loro componenti, e più per le proporzioni quantitative in cui son distribuite le singole classi dei principii alimentari.

La carne contiene quaranta volte più di sostanze albuminoidi che non le verdure; essa è anche assai più ricca di adipe che le verdure non siano di sostanze adipogeni. In queste, invece, si riscontra una proporzione assai più forte di acqua.

S' aggiunga, poi, la differenza dei sali. Mentre, nelle carni, le basi alcaline e terrose, sono principalmente combinate coll'acido fosforico, nei sali delle verdure predominano invece gli acidi organici. Questi constano di carbonio, idrogeno ed ossigeno, e per la ossidazione, nel sangue, riduconsi in acqua ed acido carbonico. I malati, i tartrati e citrati alcalini si trasformano in carbonati ed acqua.

Noi sappiamo, dalle analisi di Verdeil, che l'uso dei cibi carnei fa predominare nel sangue i fosfati, quello dei cibi vegetali fa abbondare invece i carbonati (281).

Ma come le sostanze albuminoidi delle piante de-

Digitized by Google

vono essere trasformate in albumina e fibrina del sangue, e le sostanze adipogene delle verdure devono mutarsi in adipe, così la differenza nell'azione delle carni e dei vegetali si mostra già prima nella digestione, cioè, che deve preparare il sangue. Gli alimenti sono digeriti tanto più presto e più facilmente, quanto meglio coincidono coi principii del sangue. La carne, quindi, non solo è migliore del pane, ma essa è sovra tutto più atta delle verdure alla sanguificazione.

Questa massima ha un doppio valore, se noi consideriamo più che le proprietà, i rapporti quantitativi di quelle due qualità di alimenti.

Lehmann ci insegnò come le sostanze albuminose del sangue aumentino, sotto il vitto animale, e scemino colla dieta vegetale (282). E così pure il Nasse ci apprese che il sangue, dopo l'alimentazione colla carne, è molto più ricco di adipe che non sia dopo l'uso delle verdure (283).

Adunque le sostanze albuminose, il grasso ed i sali si comportano al tutto diversamente, nel sangue, a seconda dei varii alimenti; perciò la scelta di questi non può essere bisogna indifferente per quel primo prodotto che dall'alimentazione deriva.

Ma se il sangue, che noi dobbiamo considerare come il liquido che genera i tessuti, le secrezioni ed escrezioni, diversifica a seconda degli alimenti, certamente questa differenza deve estendersi a tutti i processi della vita. Il senso generale di benessere, che noi chiamiamo di sazietà, ci si manifesta in grazia della buona nutrizione dei nervi. Un buon appetito si sazia per bene colle carni, ma niente affatto colla salata; perchè sotto l'uso esclusivo di

Digitized by Google

questa, i nervi sono malamenti nutriti, e la mala nutrizione dei nervi dipende dall'essere stata incompleta l'ematosi.

Colla differenza nella composizione del sangue, noi possiamo spiegare i miracoli di forza muscolare cui ci porgono molte tribù indiane, mentre gli isolani del Pacifico che vivono di frutta e di erbe sono di gracile muscolatura ed incapaci di grandi fatiche. Siccome i muscoli constano in ispecial modo di corpi albuminosi, grassi e fosfati, perciò l'uso di cibi ricchi d'albumina, di grasso e di fosfati, come sono le carni, li invigorisce.

E come il sangue si comportano anche le secrezioni. L'alimentazione ricca di azoto non solo aumenta la quantità del latte, ma fa crescere anche, in quel latte, la quantità di butirro. Un succoso vitto carneo, specialmente se accompagnato all'uso di adipogeni (riso, patate), rende più copioso il latte, il quale scema invece coll'uso esclusivo di verdura e di frutta.

Lo stesso animale, a circostanze pari, espira molto più di acido carbonico, dopo l'uso dei vegetali che dopo quello delle carni. Nell'alimentazione vegetale i corpi organici, che constano solo di carbonio, idrogeno ed ossigeno, gli adipogeni, sono più ricchi in ossigeno che i grassi dei cibi animali. Per cangiarsi, bruciando, in acido carbonico ed acqua, essi richiedono una proporzione minore di ossigeno, ossia per uguale copia di questo elemento, essi generano maggiore quantità di acido carbonico, che non facciano le carni.

L'urina ci rivela, con caratteri assai netti, quando l'alimentazione fu animale e quando fu vegetale. Nei

Digitized by Google

carnivori l'urina è acida, negli erbivori è alcalina. E la differenza dipende dall'alimento. L'uomo, solo che mangi un piatto di mele, tramuta la propria urina da acida in alcalina. L'urina dei conigli diviene acida, se loro, per forza, si cacci nello stomaco della carne o si inietti del brodo nelle loro vene (Bernard).

Chi si sottoponga ad una esclusiva dieta vegetale, elimina in 24 ore una quantità molto minore d'urea, che sotto l'alimentazione di pura carne e di uova (Lehmann e Frerichs). Questa influenza anzi si palesa nei vari popoli, secondo che usino di poca o molta carne nei loro conviti. I Francesi eliminano, in 24 ore, meno urea dei Tedeschi, e questi meno assai degli Inglesi. Ma egli venne con esatta cifra precisato che un numero eguale di persone consuma, in Londra, sei volte più carne che non in Parigi (284).

Così pure è un fatto certissimo, che la quantità dei solfati e dei fosfati della urina cresce sotto l'uso della carne (Lehmann). Una parte dell'acido solforico e fosforico che in questi sali si combina cogli alcali e colle terre, proviene dallo solfo e dal fosforo abbruciato dell'albumina. Questi acidi non sono che in parte preformati nei nostri cibi.

Ma se il sangue ed i tessuti, il latte e l'urina e l'aria espirata, se, in una parola, tutti i processi materiali del corpo si tramutino a seconda della diversa alimentazione, noi non dobbiamo stupirci che il cibo esclusivamente animale o vegetale influisca tanto, anche sullo stato e sulle azioni degli uomini. Non ci scandolezzeremo più se qualcuno faccia dipendere l'apatia e la mollezza degli Indiani dal con-

Digitized by Google

tinuo uso della verdura. Anche Haller notava, sopra sè medesimo, una certa lentezza e svogliatezza dal lavoro, quando per varii giorni si era nutrito di vegetabili. Nè l'esclusivo uso delle carni è scevro da inconvenienti. Villermé narra come una sezione di armata a cui egli apparteneva, nella guerra di Spagna, costretta a cibarsi esclusivamente di carne per 6 od 8 giorni, fu presa da diarrea, magrezza, e da un singolare indebolimento (285).

Malgrado ciò mal potrebbe infirmarsi la regola generale che l'uomo, a preferenza degli animali, può vivere ora esclusivamente di soli vegetabili, ed ora di soli animali. Così, secondo Wilkes, gli Indiani dell'Oregon vivono per vari mesi di sole radici, le quali vi si trovano in più di venti specie saporitissime. E come una di queste matura in un mese e l'altra in un altro, così gli Indiani passano dall' uso dell' una a quello dell' altra (286). Gli abitanti del Malabar che credono ancora alla metempsicosi, erigono ospitali per i bruti e alimentano i sorci nei templi, tengono a delitto l'uccidere animali, e quindi vivono, per superstizione, di soli cibi vegetabili.

I climi tropici, in cui il respiro è rallentato, rendono necessaria un'alimentazione vegetale. Ma molto maggiore e più estesa è la necessità del vitto carneo.

La Nuova Olanda, le cui terre sono aride, sterili e selvagge, è così povera di frutta e di radici mangerecce, che gli abitanti sono quasi costretti di vivere di sola carne. Tutti sanno che gli abitanti del Kamtschatka e dell'Islanda, i Lapponi ed i Samojedi campano, quasi tutto l'anno, di pesce. I cacciatori delle praterie d'America vivono esclusivamente di buffalo.

Digitized by Google

Tutto ciò ci dimostra soltanto, quanto sia grande la pieghevolezza della natura umana che si modifica e si attaglia alle più sfavorevoli circostanze; chi più oltre ne volesse concludere, non si formerebbe una esatta idea dei nostri bisogni. E Rousseau, che credeva essere l'alimento vegetale il solo necessario per l'uomo, conoscea sì poco la natura nostra, come Helvetius che predicava non doversi mangiare altro che carne.

Qui, come dovunque, la storia dello sviluppo della nutrizione ci offre il punto d'appoggio donde partire per l'opportuna scelta degli alimenti. I cibi si cangiano in principii del sangue. Ma tutte le sostanze carnee, come quelle che sono più analoghe al sangue, vengono digerite e tramutate in sangue più facilmente che non gli alimenti vegetali. Perciò l'ematosi, la più importante e la primitiva funzione della vita umana, è difficoltata dall'uso esclusivo di pane e frutta. I nostri cibi vegetali contengono (meno rare eccezioni) così poco di grasso, che l'adipogenesi sarebbe tutta addossata agli organi digestivi. L'amido e lo zucchero possono fondersi negli adipi del sangue, solo a condizione che subiscano una perdita di ossigeno. Se il corpo umano venga costretto a produrre una esagerata quantità di grassi, esso discende al livello della morfogenesi vegetale. L'adipogenesi non deve dunque sorpassare certi limiti, altrimenti la vita dell'uomo diventa una vegetazione.

Quando l'uomo, invece, vive di sola carne, l'attività del respiro conviene s'accresca, affinchè la nutrizione possa equilibrare la riduzione. I corpi albuminosi predominanti nelle carni, ed i grassi sovra

Digitized by Google

tutto, esigono per produrre una eguale quantità di acido carbonico molto più ossigeno degli adipogeni vegetali. Ma come la quantità di ossigeno che noi inspiriamo non dipende dalla nutrizione, e può restare la medesima malgrado il variare degli alimenti, così, coll'uso esclusivo delle carni si introduce un sopraccarico nei tessuti e si formano congestioni sanguigne nel cervello od altri stati morbosi, pei quali l'uomo perde di salute e di forza.

Conviene sempre avere presente alla mente che l'uomo non chiede ai cibi, soltanto, che gli rinnovino i principii del sangue e dei tessuti. Il prolungare la vita sia pure lo scopo più diretto della introduzione di alimenti. Ma la vita deve agire, la sostanza che rinnova il corpo dell'uomo, deve lavorare *umanamente*. Perciò il cibo deve essere distribuito per modo che il corpo non resti sopraffatto da un enorme adipogenesi, nè sia costretto a correre ed a stracorrere per far consumare colla respirazione le troppe carni ingerite.

Dopo l'uso esclusivo di cibi vegetali restano indietro nelle intestina molte sostanze indisciolte. Rawitz (a cui noi dobbiamo uno studio assai accurato sul valore nutritivo dei cibi e delle bevande) emetteva, dopo l'esclusivo cibo di erbe, molto maggiore quantità di fecci che dopo l'uso di cibi carnei (287). E quando noi ingeriamo dei vegetali meno favorevoli, come le patate ed i cavoli, carichiamo il nostro intestino di un'enorme quantità di cellulosi che è poco solubile, al fine di giungere ad introdurci insieme ad essa tanto di sostanza nutritiva che basti per una buona ematosi. Si accumula, così, una inutile zavorra,

Digitized by Google

per svuotare la quale si disperdono forze che sarebbero state utilissime altrove. Alle volte, anzi, mancano le forze capaci di espellerla e nascono gravi ostruzioni per i semi delle leguminose o per il pane; come viceversa, un esagerato uso di carni fa inclinare alla diarrea.

Ma ben altri fatti ci mostrano la necessità della mescolanza dei cibi per gli uomini. I denti ne sono già un indizio. I carnivori sono predisposti a stracciare le carni dai loro denti acutissimi, e i ruminanti sono capaci di triturare i vegetabili, in grazia dei loro larghi e robusti denti molari. I denti dell'uomo stanno fra questi due estremi; possono intaccare le carni e stritolare i grani. E la mascella inferiore dell'uomo, da un lato all'altro, è meno mobile che non sia nelle vacche e nelle pecore, e più mobile che non sia nei gatti e nei leoni.

L'amido è il principio nutriente principale di moltissimi cibi vegetali. La trasformazione dell'amido in zucchero e grasso ha luogo, in particolar modo, per la saliva ed il succo pancreatico. I nostri ruminanti si distinguono per la grandezza delle glandule salivali e pancreatiche, mentre i carnivori le hanno piccole. Gli erbivori, in grazia delle loro grandi glandule salivali, possono digerire in grande copia amido e sino cellulosi. La segatura di legno, che non contiene, quasi, altro adipogeno, dal celluloso in fuori, può giovare per ingrasso animale. I ruminanti, che vivono di erba, producono adipe, quasi colla sola cellulosi.

Negli uomini le glandule salivali sono abbastanza grandi da potere digerire gli adipogeni. Ma l'uomo, che si nutre esclusivamente di erba e di pane, esaurisce l'attività delle sue glandule salivali.

Digitized by Google

Lo stomaco dell'uomo è una specie di otre, che è posto obliquamente nel cavo ventrale e provveduto di un grande fondo cieco. Questo sacco cieco è poco sviluppato nei gatti e nelle iene. Nei ruminanti, invece, trovasi lo stomaco diviso in quattro compartimenti. Il vampiro ha un intestino lungo tre volte il suo corpo, mentre la pecora ne ha uno lungo ventotto volte il suo corpo. Nell'uomo, la lunghezza del tubo intestinale supera, di sei volte, l'altezza del suo corpo.

Quanto più lungo è il canale intestinale, e quanto più sviluppato è il ventricolo, tanto più energicamente agiscono gli umori digestivi negli alimenti. Perciò i ruminanti, che, nei loro lunghi e circonvoluti intestini, sgorgano molta saliva e muco enterico, giungono a dissolvere sostanze che sono indigeribili all' uomo. D' altra parte, la maggiore lunghezza del tubo intestinale ed il fondo cieco dello stomaco rendono l'uomo atto a digerire sostanze indigeribili ai carnivori.

Così noi troviamo come la composizione degli alimenti e la struttura degli organi s' accorda col costume più diffuso fra gli uomini, di far uso ad un tempo di carne e di pane, di frutta e verdure. I concetti di Rousseau e di Helvetius, sono da rigettarsi come malintesi pregiudizi o capricci di fantasia.

Fino ad un certo grado il detrimento indotto da un cibo esclusivo, può essere mitigato dal modo di vivere. Così, il cacciatore sopporta, meglio, l'uso delle carni, perchè, colle corse continue, rafforza la respirazione ed esala, in maggiore quantità, l'acido carbonico. Le sostanze che passano dalle carni nei tessuti,

Digitized by Google

ricavano l'ossigeno necessario alla loro riduzione appunto dagli sforzi muscolari, richiesti dalla caccia. Così pure l'attività digestiva si rinforza col lavoro del corpo. Quindi il colono può satollarsi di pane e dei semi delle leguminose, senza recar detrimento agli sforzi che egli richiede dal suo organismo.

Organi digestivi deboli, ed uno scarso moto, renderebbero impossibile all'uomo il vivere di vegetabili. Gli uomini attempati, la cui vita si consuma al tavolino, abbisognano di buoni brodi, di succose carni arrostite, meglio ancora selvatiche. Essi devono compendiare nel più piccolo spazio il massimo di sostanze nutritizie. Non solamente i poveri, ma anche i ricchi, gl'impiegati, ad esempio, che vegliano nei polverosi uffici dello Stato, devono nutrirsi meglio, se vogliono progredire davvero, a pari passo, colla civiltà.

Da molto tempo, noi conoscevamo il fatto che nell'inverno e nel Nord si espira più acido carbonico che non nei calori èstivi. Prima si voleva spiegarlo con un maggiore condensamento dell'aria fredda, la quale avrebbe contenuto, nello stesso volume, una quantità maggiore di ossigeno nell'inverno, che non nell'estate. Donders notava, con ragione, come ciò non doveva essere vero, perchè l'aria inspirata si riscalda troppo presto entro il polmone, nè quindi era possibile che da questa causa si originasse notevole differenza (288).

Era probabile che questa più rapida combustione dei principii ematopoeici accadesse perchè i polmoni assorbissero dell'ossigeno, non già in una quantità maggiore, ma di una maggiore attività. Questa ipo-

Digitized by Google

tesi fu da Schönbein portata alla certezza. L'ossigeno infatti, agisce assai più energicamente, se venga reso più vivace e attivo dalla luce, dalle scariche elettriche, dal fosforo, o da altre circostanze. Questo corpo (detto ozono), dovrebbesi, secondo il Baumert, ad una combinazione di idrogeno con molto ossigeno. Questa combinazione cede con grande facilità una parte del suo ossigeno, e trovandosi in istato nascente, si unisce direttamente all'azoto dell'aria, formando acido nitrico e dando luogo ad altre combustioni, di cui l'ossigeno ordinario non sarebbe capace.

Chi voglia prendersi la briga di ingiallire un foglio di carta non collata, con del solfuro d'arsenico, sciolto in potassa, rivestendone poi alcuni tratti con carta nera, ed esponendo gli altri alla luce del sole, troverà che le parti percosse dalla luce, in poche settimane, si decolorano. Se voi togliete, ora, la carta nera da quel foglio, noterete che i punti che subirono l'azione solare, contrastano, per la loro bianchezza, col fondo giallo che rimase al coperto. In brevi istanti, mentre voi fissate gli occhi sul foglio, quei punti bianchi appajono violetti. L'ossigeno, reso più attivo dalla luce, ridusse il solfuro d'arsenico in acido solforoso ed acido arsenioso (Schönbein).

Nell'inverno, secondo Schönbein, havvi nell'aria maggior copia di quest'ossigeno elettrizzato che non nell'estate. Questa maggiore quantità d'ossigeno, più attivo, indipendentemente dalle altre cagioni, deve determinare una più rapida metamorfosi della sostanza organica del corpo, un aumento nella espirazione dell'acido carbonico. E ciò veramente ha luogo, secondo le esperienze istituite dal Vierordt nell'uomo (289).

Digitized by Google

Perciò nel Nord si sopportano di più le carni, i grassi e gli olii, mentre sotto i tropici, chi voglia cibarsi di carni, ammala nel fegato.

Erra quindi di molto Liebig, quando crede che il danno delle carni possa venire compensato dall'ingestione degli alcoolici, a cui gli uomini che abusano di carne sono tanto inclinati (290). Il danno dell'esclusivo vitto carneo proviene da ciò che l'albumina ed il grasso esigono una quantità di ossigeno maggiore di quella cui l'uomo del Sud possa inspirare. Coll'uso degli alcoolici, secondo Vierordt, si diminuisce la quantità dell'acido carbonico espirato; oltreciò, in questo caso, parte dell'acido carbonico deriva dall' alcool del vino e dell' acquavite. Mentre converrebbe aggiungere ossigeno alle carni ed alle sostanze plastiche che da esse provengono, invece coll'uso degli alcoolici, voi venite a togliere al grasso ed all'albumina del corpo, eziandio una parte dell'ossigeno inspirato, che tanto sarebbe necessario per la loro ossidazione.

Nel Nord, l'acquavite si mostra utile, se venga associata ai cibi carnei, poichè colla combustione dell'alcool si produce del calore e si diminuisce l'ossidazione del grasso, il quale cattivo conduttore come è del calorico, difende la cute e quindi il corpo dal freddo. Nel Sud invece, il detrimento dell'abuso delle carni si raddoppia, se vi si aggiunga l'uso degli alcoolici. I tessuti ed il sangue sono allora, morbosamente, impregnati di grassi, perchè l' alcoole che passa nel sangue impedisce l'azione dell'ossigeno sul grasso. Se un Chinese, a Giava, volesse consumare l'alcoole ed il grasso che si ingolla il più morigerato Samojedo, se ne morrebbe assai presto.

Digitized by Google

Noi possiamo consumare assai minor quantità di paste, facendo uso di vino, che non astenendocene, perchè nel primo caso, espiriamo meno acido carbonico e riduciamo minore quantità di acido urico in urea, di modo che nell'insieme escretiamo meno dal corpo (291). Le entrate diminuiscono a proporzione delle uscite. E siccome il grasso, per abbruciare, esige molto ossigeno, e siccome, sotto l'uso dell'alcoole, si espira meno acido carbonico (292), perciò quegli che s'assoggetta, lungamente, all'uso dell'olio di fegato di merluzzo, perde, in gran parte, il gusto del vino.

Da tutto ciò, chiaro, si appalesa quanto poco giusta sia l'opinione che Liebig espresse sugli alcoolici in questi termini: « Il povero operaio, che non può gua- « dagnarsi di che comperare cibo che basti per ri- « stabilire le forze adoperate, ricorre all'acquavite. « Ei deve lavorare e gli manca, ogni dì, una certa « quantità della forza necessaria. L'acquavite, per « la sua azione sui nervi, gli presta a spese del « corpo la forza che gli manca e che dovrebbe es- « sere impiegata il domani; è una cambiale tirata « sulla sua salute e che ei deve prolungare, sempre « più, perchè gli mancano i mezzi di saldarla. L'o- « peraio consuma così il capitale invece dell'interesse. « Di qui l'immancabile fallimento del corpo » (293).

Poco esatto egli è dire che il lavoratore fallisce, quando provvede coll'acquavite ai bisogni del suo sangue. Piuttosto anzi deve dirsi che egli risparmia grasso ed albumina, invece di consumarla. E qui mi si conceda di ripetere con Vierordt e Scharling, come l'uso degli alcoolici diminuisca la quantità dell'acido

Digitized by Google

carbonico che l'uomo espira in un dato tempo. Le perdite del corpo vengono così risparmiate, ma pur troppo, a spese della forza, ed infine, anche della borsa.

L'alcool è uno sparagno dei tessuti; ma meglio ancora che risparmiare i tessuti, gioverebbe l'avere cura della loro trasformazione e dell'evoluzione delle forze che devono rinnovellarsi. Se ogni individuo avesse modo di farlo, ricorrerebbe più facilmente alle carni che non alla bottiglia, e da questo lato ben dice Liebig, « che il povero è *costretto*, da una ne- « cessità deplorabile, di ricorrere all'acquavite. »

Io non so a quali comuni fonti attingessero George Sand e Liebig, quando dettarono « che il vino è il latte dei vecchi » (294). Certo ambedue hanno ragione. Lo scambio molecolare, nel vecchio, si distingue per uno squilibrio tra il dare e l'avere. Mentre in esso la respirazione, la riduzione e la escrezione continuano, tuttochè con minore energia, la digestione invece, l'ematosi e la nutrizione soffrono assai. Il poter risparmiare forza e materia è pel vecchio questione vitale; perchè il rinnovarsi del corpo in lui non è più in equilibrio coi processi della scomposizione. Ma il vino modera le perdite, diminuisce l'acido carbonico espirato e l'acido urico che si riduce in urea. Una moderata dose di vecchio vino, aumenta, oltrecciò, il succo gastrico, quell'umore che tanto agisce nella digestione delle sostanze albuminose. Hufeland vanta un bicchiere di buon Malaga come un mezzo eccellente per conciliare il sonno notturno dei vecchi. Ben dunque può dirsi *latte dei vecchi*, questo liquore, che provvede alla loro digestione ed al loro sonno,

Digitized by Google

e così, alla formazione del loro sangue e dei loro tessuti, e nello stesso tempo moderando il respiro, risparmia indirettamente le sostanze del loro corpo.

Nei ricoveri pei vecchi, adunque, del vino generoso sarebbe così indispensabile, come lo è nei brefotrofi un buon latte.

Meno chiaramente, invece, possiamo spiegarci l'azione del thè e del caffè. Prout trovava, tuttavia, che un forte thè scema la quantità dell'acido carbonico che noi espiriamo, e testè Giulio Lehmann, confermava l'asserzione del Böcker che la teina diminuisce la escrezione dell'urea (295).

Il paragone che Liebig istituisce tra caffè, thè e brodo di carne, manca di solida base all'occhio del chimico e del fisiologo. La somiglianza si fonderebbe, secondo lui, nella poca differenza tra la composizione della teina e della creatinina (296). Ma questa analogia è solo apparente. La somiglianza tra l'acido formico ed il butirrico è ben maggiore, eppure, il primo non giova per nulla al nostro corpo. E se potesse anche, con misure non violente, tramutare la teina in creatinina, il fisiologo non dovrebbe annettervi importanza, perchè la creatinina è sostanza di riduzione e si scompone in urea ed altre materie, od è, coll' urina, escreta, come inutile scoria del corpo.

Il thè ed il caffè non possono dirsi sostanze nutrienti. Ma tuttavia l' immensa influenza del thè e del caffè non può scapitare, per ciò che Liebig errava nel determinarne l'azione. Tutti conoscono come il caffè ed il thè contengano un principio essenziale, comune ad ambedue, la teina o la caffeina. Anche

Digitized by Google

nel *matè* del Brasile entra in gran quantità la teina.

Chiunque l'abbia sperimentato in sè stesso, deve sapere, che il brodo più succoso non potrebbe mai giungere a produrre l'effetto del thè e del caffè. Il thè ed il caffè producono sopra il cervello, un'azione speciale che niuno può sconoscere (297). Come ciò accada, qual modificazione, cioè, provochino nel cervello, ci resta ignoto. Questo solo sappiamo bensì, che il bisogno di quelle due bevande si impone ed aumenta sempre più, in ragione diretta dei progressi della civiltà. Chi volesse chiamare istinto quest'affinità elettiva ci esprimerebbe appunto il fatto che l'individuo vi ricorre inconscio senza previo ragionamento. Ma io non credo che Donders abbia impiccolita la potenza del bisogno quando tentò provare che l'istinto che ci spinge all'uso del sale e degli alcoolici non è congenito, ma sì bene acquisito (298). Anche l'istinto degli uomini è un carattere in via di sviluppo, che varia di valore e d'importanza in ogni singolo momento storico, secondo la causa donde deriva. L'istinto si fissa ed eterna quando il pensatore può trovarne un'origine logica, e può ricondurlo ad una base ragionevole; invece, esso, a poco a poco, si perde, quando egli riesce a dimostrarlo fondato sopra un'assurda abitudine. Sia poi esso congenito od acquisito, ciò non monta affatto pel problema della vita, poichè l'istinto congenito può essere vinto dall'acquisito, e cedergli, alla sua volta, lo scettro.

L'attività morale ed intellettuale dell'umana razza si deve concepire in istato di una continua e sem-

Digitized by Google

pre crescente evoluzione. Il thè ed il caffè non abbisognano alla nutrizione; essi contengono, anzi, pochissime sostanze alimentari. Eppure il caffè divenne un bisogno pei poveri come pei ricchi d'Europa, quantunque prima del dieciasettesimo secolo non lo fosse, nè per gli uni nè per gli altri. Ora è facile dire: comperatevi carne invece di caffè. Noi, ad ogni istante che passa, ci sospingiamo innanzi, l'un l'altro, ci sfidiamo alla corsa, così moralmente che intellettualmente. Il caffè, come il telegrafo ed il vapore, pose in circolo, in tumulto, una serie di pensieri, una corrente di idee, di imprese e di bisogni, corrente, che tutti, seco, trascina e rimorchia. Chi si può credere robusto abbastanza da opporsi a tutti questi urti poderosi, che ad ogni nuova ondata di progresso ci spingono più alto e più forte? Chi può rimanere inerte ed astemio, in un tempo, che annienta l'individuo per sviluppare le masse? Non lamentiamoci, dunque, che la nostra epoca sia nervosa di troppo ed irritabile. Cerchiamo, piuttosto, di meglio comprenderla e, se lo possiamo, di meglio padroneggiarla.

In alcuni casi, certo, quell'intima affinità elettiva che lega l'uomo a determinati prodotti della natura, si basa sopra delle soddisfazioni al tutto superflue. Ma tanto più ci riesce curioso il fatto, che anche in questi casi predomini una uniformità, che si rivela identica nei luoghi più diversi, e in uomini non legati da alcun rapporto. Chi avrebbe potuto presentire, anni sono, che la cumarina, quella sostanza medesima, che produce la fragranza del fieno novello, e cui i nostri tabaccofili raccolgono nelle fave di Tonka, sia pure la prediletta dagli abitanti delle

Digitized by Google

isole di San Maurizio, nel thè di Borbone o Faham, e poi di nuovo giovi, nell'Asperula odorata, a condire ed aromatizzare il vino del Reno nel mese di maggio? (299).

Tutti sanno quanto la digestione patisca per gli eccessi intellettuali. Io lamentai, poco sopra, la frequenza dei casi di anemia la quale dipende da difetto di ferro e di pigmento. Se noi consideriamo, maturamente, questi casi, comprenderemo che siamo minacciati da un interno depauperamento del corpo nostro, assai più difficile a vincere che nol sia il pauperismo di alcune classi popolane, pauperismo a cui la sapienza dei venturi saprà riparare.

Ma come la digestione e l'ematosi dipendono dalla quantità degli umori digestivi che scorrono nello stomaco e negli intestini, così, tutte le sostanze che accrescono la quantità della saliva e del succo gastrico facilitano la digestione. Probabilmente da ciò deriva l'influenza di alcuni aromi e bevande sullo sviluppo dell'intelletto. Bello sarebbe pensare che le sostanze che ci procurano dei piaceri, corrispondono pure sovente ad alcuni intimi nostri bisogni. Noi cominceremo ad apprezzare le leccornie, che solleticano il nostro palato, notando che anch'esse hanno un utile scopo. Così, noi vedemmo l'importanza del sale da cucina; ma anche lo zucchero ed il pepe, la senape, la cannella ed il formaggio, aumentano il succo gastrico e quindi favoriscono l'ematosi.

Certo la regola, sorpassata che sia, non vale più; e v'hanno termini esatti che la comprendono e limitano. La grande quantità di pepe che giova ai ventricoli deboli dell'Indostan, sarebbe perniciosa nei

Digitized by Google

nostri climi. E mentre il vecchio molto bene opera, stimolando, con un poco di aromi, il suo affievolito ventricolo, il giovane, che ne abusasse, si priva di un futuro conforto.

Lo stomaco trova spesso nell'aroma fragrante del caffè, refrigerio grandissimo, poichè, anche i succhi gastrici sotto l'uso di quella bevanda si aumentano e si accelerano i movimenti dell'intestino, mentre una tazza di thè, ben forte, fa un effetto contrario. Il caffè ed il thè, il vino e gli aromi, accrescono l'attività dell'umano cervello, alle volte, sino all'ebbrezza; e la sperienza più variata fa vedere che l'uomo, in tutti i climi, con avidità, ricerca simili agenti. L'azione suscitata in noi dall'uso del vino e dell'acquavite è, pure, indotta, e, pur troppo, sovente esagerata, nel Persiano dall'oppio, nell'Arabo dall'hachich, negli Isolani del Sud dal *piper methysticum*. Gli abitanti del Kamtschatka ed i Tongusi si inebbriano col fungo, detto *agaricus muscarius*. Quivi gli schiavi non si adontano, punto, di bere le urine dei loro signori, sapendo che l'azione inebbriante di quel fungo, passando per le vie renali, non perde della sua efficacia.

Dunque, concludiamo: Gli aromi favoriscono la digestione; un pane di crusca, qualche fico secco preso al mattino bastano ad aprire l'alvo; il rafano, la vaniglia e la cipolla, eccitano il più potente degli stimoli sensuali; il vino, il thè ed il caffè, esaltano le forze del cervello. Ma questi sono fatti, che pienamente provano e dimostrano l'asserzione, posta a capo di questa lettera. Dunque, davvero, la *materia governa l'uomo*, e la conoscenza de' nostri

Digitized by Google

rapporti colla materia, ha la massima importanza pel nostro benessere. Ben, dunque, a ragione la chimica tiene ora lo scettro fra tutte le altre scienze naturali; chè lo studio della vita è, infine, lo studio della chimica e della fisica dei corpi viventi.

Digitized by Google

LETTERA XVII.

Forza e materia.

Molte vie conducono a Roma, dice il proverbio; molte vie riescono a fini eguali. Quindi di sovente smarrisce la strada chi vuol cercare, ad ogni costo, gli scopi ultimi di un fenomeno naturale.

Per schivare questo pericolo, ottimo spediente sembrava l'adottare la massima, che la natura raggiunge i suoi fini per la via più breve. E si andava ripetendo il favorito intercalare di Boerhaave, che la semplicità è l'indizio del vero. Il presupposto sapiente governo del mondo dovea dettare questa regola.

Come i villani nei giorni della festa, adornano le statue dei santi colle giubbe rusticane, che per loro sono il più sontuoso uniforme; così l'umanità, per lungo tempo, non si volle contentare del semplice e nudo regno della necessità e s'ingegnò rivestirla coi ciondoli della sua propria persona.

L'uomo voleva ben darsi ad intendere che quegli scopi finali doveansi raggiungere coi mezzi più semplici e le vie più corte. Ma egli non cercava poi di infilare queste scorciatoie, anzi, preferiva di trascorrere a casaccio, ad indovinello, gareggiando, in perspicacia, con una natura rifatta per proprio comodo

Digitized by Google

ed uso. Che specie di saggezza della natura è mai quella cui Liebig ci esalta, scrivendo queste parole: « Essa ordinava sapientemente, che il mondo mi- « croscopico animale trovasse alimento nei corpi morti « degli esseri più grandi, perchè essi così temperas- « sero i danni che l'infradiciamento e la putrefazione « potrebbero apportare alle classi animali superiori » (302). Non avrebbe essa potuto, proprio, qui, trovare una strada assai più corta?

E per quale scopo, mai, la natura desta in tanti tubercolosi delle passioni eccessive le quali non possono che affrettarne la morte? E la ripugnanza dei clorotici pelle carni che sarebbero pure il loro rimedio, non riesce essa, di certo, a ritardarne la guarigione?

Senza dubbio, chi si diè, ben bene, la cura di analizzare queste supposizioni, trova che esse non valgono nemmeno la pena di confutarle. Imperocchè questi concetti teleologici che tanto furono biasimati da Spinoza e che Forster voleva si scacciassero come rancidumi dal dominio della scienza, si combattono quasi in ogni libro dettato da naturalisti che meritino il nome di forti pensatori.

Ciò nondimeno noi leggiamo in Liebig (e non come frase gettata lì per lì, ma come serio e fondamentale concetto) che gli alimenti azotati sono plastici ed i non azotati sono respiratori. Gran parte dei migliori manuali è così infarcita di simili opinioni che molti studiosi ormai vi si assuefecero come a narcotico. E quanto più arguto sia l'ingegno dei maestri, tanto è maggiore il pericolo, perchè spesso, nel bollore delle ricerche, il naturalista descrittore, a poco a poco, tra-

Digitized by Google

sforma in metodo abituale di indagine un vezzo che era prima uno sforzo oratorio, un artificio d'ingegno e d'estetica. Così vi incappava Hyrtl, in quel suo manuale d'anatomia, che è, pure, modello di precisa e vivace descrizione. Egli vi scrive: « che i turbinati « nasali furono creati per fornire alla mucosa nasale, « in un piccolo spazio, una grande estensione; senza « quest'appoggio osseo quelle ripiegature nell'espirare « ed aspirare dell'aria ondeggierebbero pella cavità « nasale (304). » — Questa proposizione potrebbe credersi un vezzo oratorio sfuggito all'impeto della declamazione, se in altri punti dell'opera non si vedessero ripullulare simili idee in mezzo alla calma descrizione anatomica. Si legga, per esempio, questo periodo: « Nello spalancarsi della bocca il capo ar- « ticolare della mandibola va all' innanzi, mentre « l'angolo di essa si sposta all'indietro; perciò nel- « l'asse obliquo della branca mascellare deve tro- « varsi un punto, che in questi movimenti resti « sempre fisso. Questo punto corrisponde al foro ma- « scellare interno. La posizione di questo foro fu « scelta con molta saggezza, perchè i nervi ed i « vasi che vi penetrano non possano venire dan- « neggiati nè stirati colla masticazione. (305) »

Ecco le idee teleologiche applicate perfino a spiegare la formazione degli organi!

« Molti vollero « scrive in un altro punto Hyrtl » « che le valvole delle vene servissero a sostenere « la colonna del sangue ed impedirne il rigurgito « nei punti in cui esso corre dal basso all'alto. Ma « pure la vena porta non è fornita di valvole, men- « tre le vene del collo in cui la direzione delle cor-

Digitized by Google

« renti sanguigne non è in opposizione colla legge « di gravità ne posseggono. La formazione delle « valvole si spiega dunque ben meglio per la pres- « sione che subisce la parete sottile delle vene dai « tessuti circonvicini, in ispecie dai muscoli i quali, « contraendosi, diventano più spessi (306). »

Altrove, egli dice: « Non può spiegarsi la pre- « senza della midolla delle ossa colla ragione che « essa le renda più leggiere. Esse sarebbero, infatti, « assai più leggiere senza alcun grasso, come negli « uccelli, le cui ossa sono piene d'aria (307). »

Si vede, da questi passi, come quel grande anatomico si arrovelli per indovinare le intenzioni del Creatore. Eppure questo metodo di indovinare è, come quello della fede cieca, in reciso contrasto colla sana ricerca. Nè l'uno, nè l'altro di quei due metodi si affida ad un esame, lento, paziente, regolare, dei fatti, ma sibbene a subitanei lampi di luce, che potrebbero, in ambidue i casi, chiamarsi di *rivelazione*. Il gran male si è che i seguaci di queste due scuole credono avere fra le mani uno stromento addatto alla ricerca della verità; e dimenticano che la rivelazione sarebbe la morte dell'indagine. Essi tacciano di temerario chi non si affida ai loro metodi, ma essi, poi, si credono i soli sacerdoti, che godono della grazia, si vantano i soli amici illuminati dalle confidenze del loro Creatore.

Quando io parlava del pericolo che queste indagini degli scopi finali andassero a terminare in tentativi di spiegazioni scientifiche, avea in mente altri, ben altri, danni che non fossero gli errori di alcuni studiosi. Poichè quei tentativi lasciano aperto mag-

Digitized by Google

gior varco al pregiudizio, che le proprietà del corpo vengano fornite alla materia, dall'esterno. È quella stessa opinione cui ci tramandava Aristotile, e che molto bellamente era riassunta da Liebig in queste parole: « Le proprietà delle cose corporee sarebbero « come le tinte con cui il pittore dà alla scolorita « tela la proprietà d'un quadro, o come il vestito « che si spoglia ed indossa, e circoscrive la figura « dell'uomo (309). » Qui sta la base di uno scisma che già molto commosse il mondo e che probabilmente più ancora lo scuoterà, dopo che la scienza serena avrà sciolto l'arduo problema dentro i proprii confini. Imperocchè l'idea che gli uomini si fanno intorno alla relazione che vincola la materia alle sue proprietà, è il fondamento dell'idea che essi si formano sul concetto di forza.

Chi vede nei movimenti dei corpi naturali, soltanto, dei mezzi per raggiungere certi scopi, cade nel concetto di una personalità che presti, a quest'uopo, alla materia le sue proprietà. Questa personalità sceglierà anche il suo fine. Ma ammettendo uno scopo finale ideato da una personalità la quale prescieglie i suoi mezzi, cessa e sparisce la legge di necessità dalla natura, ed ogni singolo fenomeno finisce col dipendere dal gioco del caso e dell'arbitrio. Qui s'arresta l'esame e comincia la fede.

Questo artificio, con cui si tenta di cercare gli scopi finali della natura, si chiama *teleologico*, attributo questo che ti rammenta un po' col suono la teologia. A dir vero, qui l'accordo va più oltre anche del suono, chè teleologia e teologia si toccano nelle loro fondamenta.

Digitized by Google

Una materia, senza proprietà, non si osservò giammai, e quindi non si può nemmeno immaginare.

La materia è sempre ponderabile, occupa sempre spazio, ed è mobile.

Senza materia non possono sussistere queste proprietà, come senza le proprietà non può esistere la materia. È ormai finito il tempo, in cui si poteano scindere ed unire, ad arbitrio, la gravità della materia, l'occupazione di spazio, ed il moto, quasi fossero concetti astratti.

Non si può più supporre una materia, che non sia dotata di proprietà. In questo senso mi sembrano assai degne di nota queste linee di Liebig:

« Colla bilancia finì il regno di Aristotile, il suo metodo di ridurre la spiegazione dei fenomeni naturali ad un gioco dello spirito, fece luogo all'esame analitico della natura (310). »

Quando due materie si trovino fra loro ravvicinate, esercitano sempre un'azione speciale l'una sull'altra. Quest'azione si palesa con movimento.

Uno dei caratteri più generali della materia è quello di potere, a date circostanze, essere mossa e di poter movere altre sostanze.

Questi movimenti, però, hanno luogo di sovente in così piccolo spazio, che la distanza percorsa dal moto fugge alla misura. Se, per esempio, si abbrucia dell'idrogeno, la distanza che percorrono l'idrogeno e l'ossigeno, onde combinarsi a formare acqua, è immensurabilmente piccola. E per un'eguale guisa va la bisogna in ogni attrazione chimica, che presuppone, sempre, una ineguaglianza della materia.

Quando si raffredda dell'acqua calda, le più pic-

Digitized by Google

cole molecole dell'acqua si avvicinano maggiormente. Noi abbiamo allora innanzi un fenomeno di moto, che accade in uno spazio misurabile. Con questo movimento le condizioni delle molecole d' acqua restano modificate così che tutti i corpi i quali vengono a contatto coll'acqua, subiscano un condensamento. Si misurò questo condensamento nel mercurio. Quel grado di condensamento del mercurio, nel quale l'acqua si *congela* fu chiamato *zero*.

La sensazione che quell' acqua e quel mercurio producono sui nostri nervi cutanei, si dice comunemente freddo.

Il freddo è uno stato della materia, che si manifesta con un maggiore condensamento delle molecole. Solo la pedanteria lambiccata dello scolastico, può figurarsi il freddo come una forza che si combini colla sostanza dell'acqua per produrre il ghiaccio.

Il freddo è uno stato delle molecole della materia, stato in cui il moto è ridotto ad una misura minore.

Se noi versiamo dell'acqua sul ferro rovente, le più fine molecole sono messe in un movimento più grande. L'acqua evaporizza. Chiaro è allora che l'espansione del ferro, la quale consiste in un moto delle più fine sue molecole, si propaga alle molecole dell'acqua.

Questo movimento può estendersi ad una distanza misurabile o no; in tutti i casi, però, la forza si palesa con movimenti, con cangiamenti, cioè, nel tempo e nello spazio.

Dobbiamo vedere qualcosa di più di una mera ipotesi nell'asserto che le forze si possono misurare per le loro azioni, pei fenomeni di moto che esse

Digitized by Google

inducono. Poichè anzi al di fuori di quelle azioni, le forze per noi sono cose incognite.

Ogni manifestazione di forza, ogni azione, presuppone un paziente.

Quando io dico: l'acido solforico ha la forza di sciogliere l'ossido di ferro, io vengo a dire: « l'ossido di ferro è solubile nell'acido solforico. » E questo non è punto un gioco di idee, come quel troppo celebre motto: Io penso, dunque vivo.

Voi potreste concepire la cosa in questo altro modo. L'ossido di ferro ha una affinità per l'acido solforico, l'acido solforico ha affinità per l'ossido di ferro, come tutte le basi hanno affinità chimica per gli acidi. Ma il solfato di ferro è solubile. Dunque l'acido solforico ha la forza di sciogliere il ferro.

Questa forza non è altro che una proprietà della materia.

Dovunque si mova la materia, la causa del moto risale sempre ad una proprietà della materia.

Come il ghiaccio è acqua le cui molecole sono ridotte a debole movimento, così il vapore acqueo è acqua, le cui molecole si trovano in forte movimento. Le molecole del vapore acqueo si espandono e sparpagliano da tutte le parti. Il vapore comunica il suo moto agli altri corpi. Lo espandersi delle molecole è una proprietà del vapore acqueo.

Ora per *forza* si deve intendere e chiamare soltanto quella proprietà della materia, per cui si rende possibile il suo movimento.

Gli elementi non palesano le loro proprietà che per rapporto ad altri. Se essi non sieno in una tale data prossimità e sotto speciali circostanze, essi non manifestano punto attrazione nè repulsione.

Digitized by Google

Certo qui non mancherà la forza, ma essa sfugge ai nostri sensi, perchè le manca il modo di manifestarsi, perchè la materia non ha occasione di moversi.

L' ossigeno ha una costante affinità coll' idrogeno e col potassio. Ma per combinarsi con questi corpi, deve trovarsi in prossimità di essi.

La proprietà che ha l' ossigeno di potersi combinare coll'idregeno esiste sempre. Senza questa proprietà, anzi, l'ossigeno non sarebbe ossigeno.

Dopochè due sostanze, dapprima divise, si combinarono insieme, le proprietà del composto sono il risultato delle forze, riunite, di amendue le sostanze.

Perciò si richiede un'esatta analisi per riconoscere e ridistinguere nell'acqua, nella combinazione di ossigeno ed idrogeno, i primitivi suoi componenti.

L'acqua ha la forza di sciogliere lo zucchero ed il sale di cucina, di combinarsi coll'acido solforico, sviluppando grande calore; queste forze sono intime sue proprietà, proprietà, che sono poi l' effetto di quelle dell' idrogeno e dell' ossigeno riuniti.

In nessun caso le proprietà vennero fornite dal mondo esterno.

Qualche volta avviene che le sostanze agiscano, immediatamente, le une sull'altre, come quando il ferro irruginisce all' aria umida, perchè, cioè, combinasi, coll'acqua e coll'ossigeno.

Altre volte occorre l'intervento di una terza sostanza che agisca da mediatrice. Il solfato di magnesia ed il fosfato di soda, allo stato secco, non agiscono, punto, l'uno sull'altro. Ma se alla miscela dei due sali si aggiunga dell'acqua, allora l'uno reagisce sull' altro, e si forma il solfato di soda ed il

Digitized by Google

fosfato di magnesia. Questo ultimo va precipitandosi, appena vi si aggiunga una goccia di ammoniaca. L'acqua fa, qui, la mediatrice; essa rende possibile l'azione d'uno dei sali sull'altro. L'ammoniaca possiede la proprietà di precipitare il fosfato di magnesia, formando un precipitato bianco fioccoso, che è fosfato di ammoniaca e magnesia.

La forza non è un Dio impellente; non è un essere scisso dai principii materiali delle cose; è una proprietà indivisibile, inerente alla materia.

Pur troppo questo fatto è poco avvertito dagli studiosi, e, quel ch'è peggio, non è da molti compreso. Perchè chiunque l'avesse bene capito, saprebbe poi rimanervi fedele, anche, nelle applicazioni.

E così avviene che fisici, chimici e fisiologhi discutono, ancora, sull'essenza delle cose, quasichè questa essenza fosse uno spirito appiattato per proprio capriccio, nell'interno della materia, e quasi egli si potesse evocare con date formole, sciogliendo come con una verga magica tutto il mistero. Più strano ancora è il fatto che questi stessi studiosi osino di condannare e deridere le speculazioni dei filosofi.

Si vede che, anche, nel campo della scienza, come in quello della fede, noi combattiamo con maggiore accanimento chi più ci somiglia, che non chi più dissente da noi.

Noi troveremo, fra poco, siffatto essere magico che dovrebbe presiedere alle proprietà delle cose nella così detta forza vitale.

Ma per non andare molto lungi, Liebig afferma che il punto di ebollizione, per sè, ci riesce ignoto come

Digitized by Google

il concetto della vita (312). Eppure poco prima ei ci aveva definito, e definito bene, il punto di ebollizione con queste parole: « È noto che ogni liquido « è messo in ebollizione, a circostanze pari, a un « grado sempre uguale di temperatura. Ciò è così « costante che noi designiamo il punto d'ebolli- « zione come una delle proprietà caratteristiche di « quei corpi. — Una delle condizioni della tempe- « ratura costante sotto alla quale si formano bolle « di vapore, nell'interno dei liquidi, è la pressione « esterna. — In ogni liquido il punto d'ebollizione « varia, diminuisce, cioè, od accresce, se si faccia « maggiore o minore la pressione atmosferica. Ad « ogni temperatura di ebollizione corrisponde una « determinata pressione, ad ogni pressione corri- « sponde una determinata temperatura (313). In- « somma il punto di ebollizione di un liquido è quel « grado di calore sotto il quale nell'interno di un « liquido si sviluppano ad una data pressione atmo- « sferica delle bolle di vapore. »

Benchè questo rapporto non sia altro che un rapporto del liquido coll'osservatore, pure esso viene a fissare anche da sè e per sè il punto di ebollizione.

Certo noi ignoriamo che idea si facciano le creature provviste di altri sensi e di proprietà diverse dalle nostre intorno al punto di ebollizione. Ma ciò, per noi, che importa?

Tutte le elucubrazioni sull'essenza delle cose si basano o sopra la falsa supposizione d'idee innate, o sopra sotterfugi di inesperto che ignora cosa sieno le proprietà. E questo ultimo è, per lo più, il caso di coloro che si chiamano filosofi, ed in grazia di

Digitized by Google

questo nome s' arrogano la pigione esclusiva della speculazione, e l' oppongono al cimento.

L'essenza delle cose è la somma delle loro proprietà. E queste proprietà ne costituiscono appunto la forza.

Ma se la forza è una proprietà indivisibile, eternamente inerente alla materia, anche la forza deve trasmutarsi colla materia. E così veniamo ad un altro non meno importante corollario, che al variare della composizione variano sempre la forma e la forza, e viceversa.

Che la forza sia una proprietà della materia ce lo prova e ce lo attesta l'armonia, l'accordo tra materia, forma e forza.

Anche i profani, dice Liebig, sanno che la differenza tra due corpi o dipende da diverse disposizioni degli elementi di cui constano, o da differenza quantitativa della loro composizione (214).

A prima vista voi troverete, nella natura organica, esempi moltissimi di corpi, che benchè dotati di eguale composizione, pure posseggono proprietà diverse. Ma, in tutti questi casi, la somiglianza della composizione è solo apparente.

Perchè bisogna ritenere, come saldo principio, che la composizione di un corpo non risulta, solo, dalla quantità dei singoli elementi che lo costituiscono, ma anche dalla loro disposizione.

Vi hanno moltissime sostanze organiche che constano di proporzioni eguali di carbonio, idrogeno ed ossigeno. Esse si direbbero in apparenza di uguale composizione. Ma quando questi corpi si combinano con un terzo, succede che la quantità di una di quelle

Digitized by Google

sostanze organiche è doppia dell'altra, o le quantità di quelle due sostanze organiche sono in altra guisa differenti.

Questi rapporti quantitativi in tutte le combinazioni chimiche sono fissi ed invariabili. E quando si paragonano ad un terzo corpo preso per unità di misura, questo rapporto vien detto peso equivalente.

L'idrogeno si prende per solito per unità di misura degli altri elementi.

Così, per esempio, l'acido lattico anidro e la destrina contengono ambidue delle quantità proporzionatamente uguali di carbonio, ossigeno ed idrogeno. Ma la destrina, combinata coll'ossido di piombo, ha un peso equivalente doppio di quello dell'acido lattico. La combinazione della destrina coll'ossido di piombo contiene 12 equivalenti di carbonio, mentre quella dell'acido lattico ne contiene solo 6, ed ai 5 equivalenti di idrogeno ed ai 5 di ossigeno dell'acido lattico, ne corrispondono 10 di caduno nella destrina. Quindi diversa è la composizione dell'acido lattico e della destrina, benchè contengano i medesimi elementi in proporzioni uguali.

Questa differenza si può figurare colla seguente tavoletta in cui ad ogni sferetta (0 0) corrisponde un equivalente.

	Acido lattico anidro	*Destrina*
Carbonio	000000 (6)	000000000000 (12)
Idrogeno	00000 (5)	0000000000 (10)
Ossigeno	00000 (5)	0000000000 (10)

E corrispondentemente anche la forma e le proprietà dell'acido lattico e della destrina sono diverse. L'acido lattico è un liquido sciropposo, mentre la de-

Digitized by Google

strina è un corpo solido, di frattura vetrosa e di superficie opaca o appena lucida. L'acido lattico come acido si distingue dalla destrina che è neutra; la destrina, trattata coll'acido solforico, si trasmuta in zucchero; non così l'acido lattico. In breve, i due corpi si differenziano per miscela come per forma e proprietà.

In altri casi non solo i numeri proporzionali dei singoli elementi sono uguali, ma pur anche la loro somma concorda in due corpi, eppure questi corpi sono diversi, perchè essi presentano gli elementi diversamente aggruppati.

Noi conosciamo tre corpi che contengono, tutti, 6 equivalenti di carbonio e 4 di ossigeno per 6 d'idrogeno. Questi corpi sono l'acetato di ossido di metilo, il formiato di ossido di etilo, e l'acido propionico. Gli elementi di questi singoli corpi sono solo disposti diversamente, come si può raffigurarsi nelle seguenti tavolette.

1.° *Acetato di ossido di metilo.*

	Carbonio	Idrogeno	Ossigeno
Ossido di metilo	00 (2)	000 (3)	0 (1)
Acido acetico	0000 (4)	000 (3)	000 (3)
	Carbonio 6	Idrogeno 6	Ossigeno 4

2.° *Formiato di ossido di etilo.*

	Carbonio	Idrogeno	Ossigeno
Ossido di etilo	0000 (4)	00000 (5)	0 (1)
Acido formico	00 (2)	0 (1)	000 (3)
	Carbonio 6	Idrogeno 6	Ossigeno 4

Digitized by Google

3.° *Acido propionico* (259).

Carbonio	Idrogeno	Ossigeno
000000 (6)	000000 (6)	0000 (4)

La differenza nelle disposizioni delle molecole che determina la diversità della composizione si intravvede nell'ultimo esempio; vi si vede che uno dei tre corpi è semplice, che gli altri due constano, caduno, di due gruppi, in cui la somma degli equivalenti è uguale, mentre tutti e quattro quei gruppi differiscono fra di loro.

Non sempre noi riesciamo a sollevare con tanta facilità il velame che nasconde le differenze della composizione.

Quando i corpi sono semplici, e si accordano nei loro equivalenti, dobbiamo ricorrere ad altri mezzi, indagando come si comportino sotto all'influenza della luce, per inferirne diversità nell'aggruppamento delle molecole. Questo metodo di analisi venne applicato, in modo felicissimo, a siffatte indagini, dal francese Pasteur.

Nelle circostanze ordinarie le ondulazioni dell'etere il cui movimento produce l'impressione luminosa, avvengono in un piano perpendicolare al raggio luminoso, oscillando in tutte le direzioni. Alcuni corpi invece danno una direzione speciale alla vibrazione dei raggi luminosi, che li attraversano, e si dice che essi polarizzano la luce.

Il piano di polarizzazione del raggio luminoso può subire, sotto l'azione di alcuni corpi, una deviazione, ed appunto la esistenza e la direzione di queste deviazioni ci dà in mano il mezzo più squisito per

Digitized by Google

giudicare della disposizione delle più fine molecole. Due corpi, che contengano uguale quantità degli stessi principii in uguale peso molecolare, non potrebbero rifrangere diversamente il raggio luminoso, se non in grazia di una diversa disposizione delle loro molecole.

Recentemente i chimici appresero a preparare l'acido malico tanto colla asparagina, come combinando dell'ammoniaca con un acido che trovasi nella *Fumaria officinalis*.

Dapprima si credeva che questo acido fosse completamente uguale, tanto se ottenuto con uno, come con l'altro metodo; e, davvero, che la quantità proporzionale del carbonio, dell'idrogeno e dell'ossigeno, come pure il peso molecolare farebbero opinare in favore di quella supposizione. Se non che Pasteur ci dimostrava come l'acido malico, preparato colla asparagina, devia il piano di polarizzazione dei raggi luminosi, mentre non lo devia l'acido ottenuto dal fumarato d'ammoniaca.

Quindi si riconobbe una differente disposizione delle molecole nei due corpi; e poco dopo, infatti, trovaronsi differenze anche nelle proprietà loro. Così l'acido ottenuto dal fumarato di ammoniaca assorbe, all'aria umida, poc'acqua, mentre quello che si ottiene dall'asparagina, a poco a poco, assorbe tanta acqua da divenire deliquescente.

Pasteur chiama attivo l'acido malico che devia il piano della luce polarizzata, inattivo quell'altro. Se si precipiti, con un sale di piombo, la soluzione di questi acidi, si ottiene il malato di piombo, in cristalli aghiformi. Ma mentre questa cristallizzazione

Digitized by Google

ha luogo, in poche ore, per l'acido malico attivo, essa si completa appena dopo molti giorni, per l'acido inattivo (315).

Quanto minori sono le differenze nella composizione, tanto più sono insignificanti le differenze nelle proprietà. Ma la diversità di composizione presuppone sempre e necessariamente quella delle proprietà, e viceversa.

Come vi hanno molte sostanze che, nonostante il peso uguale dei loro elementi, posseggono una diversa composizione, così ve ne hanno altre e non poche, che, a prima vista, con composizione e proprietà differenti, si direbbero della medesima forma, eppure nol sono.

Continuando ad osservar bene si finisce col rinvenirvi, alla perfine, delle differenze piccole, ma pur sempre costanti. Le combinazioni che prediligono la forma cristallina ci fornirono la prova di questo fatto.

Molte sostanze inorganiche, dapprima ritenute di forme uguali, risultarono per qualche carattere diverse le une dalle altre, dopochè ne furono misurati con sufficiente precisione gli angoli (316).

Già Senarmont ci mostrava dei casi numerosi di corpi che, somigliandosi nelle forme, si comportano pure analogamente alla luce solare, analogia che corrispondente alla *quasi* identica disposizione delle loro molecole. Così va infatti la bisogna col fosfato ed arseniato di potassa e coi solfati di barite e di piombo (317).

Ma ancora più importanti sono i fatti che Pasteur ci ha rivelati. Da più anni erasi scoperto esistere in una specie di uva, oltre l'acido tartarico, anche un

Digitized by Google

altro acido che si disse acido racemico. Pasteur ci apprese che questo acido si può decomporre in due altri acidi diversi. Questi acidi concordano, quasi, per ogni riguardo fra loro. Essi comportansi ugualmente nelle soluzioni e colle basi, amendue deviano il piano della luce polarizzata, posseggono le medesime forme cristalline, e contengono i medesimi equivalenti d'idrogeno, ossigeno e carbonio. Ma tuttavia la loro concordanza non è completa, nè nella composizione, nè nella forma, nè nelle proprietà. Perchè mentre uno di quegli acidi devia a destra il piano dei fasci luminosi polarizzati, l'altro acido lo devia a sinistra, e ciò con un angolo che in ambedue i casi, ha precisamente il medesimo valore. Sicchè Pasteur distinse l'uno col nome di destrogiro, l'altro col nome di levogiro. Questo diverso comportarsi dei due acidi alla luce palesa una diversa disposizione delle loro molecole, e nello stesso tempo segna una differenza (per quanto lieve sia) anche nelle loro proprietà. Arrogi che nei cristalli di ambedue gli acidi manca la metà delle superficie che spetterebbero all' ordinaria loro forma cristallina; e le superficie esistenti sono in ambedue gli acidi distribuite così che l' uno degli acidi parrebbe l'imagine reflessa dell' altro (318).

Il malato acido d'ammoniaca cristallizza, secondo Pasteur, in prismi romboedri. Io riferiva poco sopra, che gli acidi malici differiscono secondo che siano ottenuti dall'asparagina o dal fumarato di ammoniaca, poichè essi agiscono, allora, attivamente o meno sulla luce polarizzata. L'uno assorbe tant'acqua, nell'aria, da cadere in deliquescenza, l' altro, invece, ne assorbe assai poca. Il sale di piombo cristallizza

Digitized by Google

assai presto se contiene l'acido attivo, e lentamente, invece, se l'ossido di piombo è combinato coll'altro. Noi sappiamo, adunque, che questi acidi, nonostante l'ugual peso atomistico e l'uguale quantità e qualità dei loro componenti, hanno una disposizione diversa delle loro molecole e quindi manifestano proprietà differenti. Tanto più fruttuosa ci riesce, ora, la scoperta di Pasteur, che il cristallo del sale di ammoniaca, fornito dall'acido inattivo, ha alcune superficie irregolari che non ha il sale fornito dall'altro acido (319).

Nei corpi inorganici noi troviamo la forma cristallina tanto più somigliarsi, quanto più sono simili i principii che si sostituiscono l'uno l'altro nel cristallo. Così il cloruro sodico ed il cloruro potassico cristallizzano ambedue in cubi. La concordanza della forma cristallina è un'espressione della straordinaria somiglianza fra potassio e sodio qui combinati ambedue ad un terzo corpo comune. Eppure alle lievissime differenze nelle proprietà dei due sali corrispondono delle differenze ugualmente piccole nella forma. Il cloruro potassico si distingue per la tendenza a cristallizzare in prismi rettangolari prolungati.

Da un lato occorre una esattissima analisi per giungere a convincerci che ad una diversità nella composizione e nelle proprietà, corrisponde una diversità nella forma; da altra parte si danno casi in cui le differenze di forma non sembrano dipendere da differenza nella composizione e nelle proprietà. Così accade che il carbonato di calce cristallizza in romboedri come spato calcare, e poi in prismi esagoni come arragonite. Amendue quei corpi, secondo il

Digitized by Google

Liebig, contengono le stesse quantità di acido carbonico e di calce (320). Chiaro è qui che la differenza nella forma cristallina non può risultare se non da una diversa disposizione delle molecole del carbonato calcare. Ne abbiamo una prova istruttiva nel fatto che, col solo calore, l'arragonite può trasformarsi in un ammasso di cristalli di spato. E poichè questo spato e l'arragonite sono dotati di una disposizione diversa delle molecole e di una diversa forma cristallina, così il semplice ricordare che l'arragonite intacca lo spato calcare e lo supera in peso specifico, servirà, ancora qui, a conferma del postulato accordo tra forma, composizione e proprietà.

Quello che, nello spato calcare e nell'arragonite, si osserva pei corpi composti, si ritrova in corpi semplici come lo solfo ed il carbone. E l'uno e l'altro possono assumere due forme cristalline diverse, ed il carbone inoltre presentasi come corpo amorfo. Qui esistendo le differenze in uno stesso corpo semplice, ci è forza ammettere una diversa disposizione nelle più fine molecole e, pel carbonio, una diversa densità; ovvero dobbiamo sospettare che quei corpi, in apparenza semplici, possano essere corpi composti (321). Se si paragonano, fra loro, il diamante, la graffite ed il carbonio amorfo si comprenderà subito, quanto grande sia la parte che si aspetta alla densità d'una sostanza, anche come causa determinante delle altre proprietà.

Sempre adunque noi riscontriamo che la diversità di forma e di proprietà dipende da diverse disposizioni molecolari, da diverse proporzioni o diverse qualità degli elementi. Forma, composizione e forza

Digitized by Google

sono caratteri inseparabili della materia; e la mutazione di uno di essi occasiona una necessaria mutazione negli altri.

Così dunque colla materia cambiasi anche la forza. Ciò ci spiega perchè le piante e gli animali, mutando nelle forme, offrono anche una diversità dei fenomeni vitali. Noi osserviamo che l'amido, insolubile nell'acqua fredda, diventa bleu trattato coll' jodio; mentre la destrina amorfa, solubile nell'acqua, arrossa trattata coll'jodio; e sapendo che contengono uguali quantità di carbonio, di idrogeno ed ossigeno, concludiamo che le molecole di questi corpi devono essere distribuite in essi diversamente. Non ci maraviglieremo, dunque, più, che una cellula vegetale palesi forme elementari differenti e dia luogo poi a varii tessuti a seconda che le sue pareti constano di semplice cellulosi, o siano incrostate di ligneo, di sughero, di pectina, di amido, di muco vegetale o del così detto albume corneo.

Così possiamo comprendere, come tanto influisca sulla forma e sulle funzioni di un tessuto lo stato dell' albumina che può essere sciolto nel contenuto delle cellule, ovvero depositato nelle loro pareti quando sono invecchiate. Nelle sostanze inorganiche, che seguono, con costante affinità, ora questo, ora quell' elemento istologico, noi troveremo una nuova fonte di differenza, forse la più feconda.

Naturale cosa è, che le ossa e le cartilagini differiscano, fra loro, nella durezza e nell'elasticità, ed in altre proprietà, e specialmente nella forma dei loro finissimi elementi istologici; tanto più se si pensi che la cartilagine contiene sette volte più di

Digitized by Google

acqua che non le ossa; e che nel trasformarsi della cartilagine in tessuto osseo i sali alcalini cedono sempre più il posto ai terrosi, il cloruro sodico ed il carbonato calcare al fosfato di calce.

La originaria diversità degli elementi e della loro composizione genera quelle innumerevoli trasformazioni della materia, che noi ammiriamo sulla superficie della terra. Ma questa fecondità viene centuplicata coi diversi movimenti che la materia può comunicare alla materia. Da questa diversità di moti procede l'azione delle circostanze esteriori. Niuno vorrà ostinarsi a ritenere queste azioni come tante forze indipendenti da una materia che ne rappresenta il substrato.

Liebig ricorda che il carbonato di calce, se cristallizza a freddo, assume la forma cristallina, la durezza e la facoltà rifrangente dello spato calcare, mentre quando cristallizza a caldo assume la forma e le proprietà dell'arragonite (322). Noi leggiamo poi in Liebig che il sale marino se cristallizza a — 10° entra in combinazione chimica coll'acqua; si formano dei cristalli limpidi, trasparenti, che, sopra 100 parti, tengono in combinazione più di 38 parti di acqua. A 0° questa affinità per l'acqua vien meno, il sale di cucina che cristallizza alla temperatura ordinaria, è sempre spoglio di acqua (323). Noi sappiamo da Grove che il platino incandescente decompone l'acqua tanto come la corrente galvanica.

Ma il calore non è una forza indipendente dalla materia, e nemmeno può dirsi una materia. Noi non conosciamo alcun *calore*, ma sì bene conosciamo sostanze calde; corpi, cioè, in cui la disposizione delle

Digitized by Google

singole molecole deriva da una condizione speciale di cresciuto movimento. Chiara cosa è quindi che simili moti debbano modificare la posizione delle molecole, i rapporti di affinità anche nelle altre sostanze a cui quei moti si propagano.

La luce dà luogo ad una combinazione dell'idrogeno col cloro ed alla combinazione dell'ossigeno collo zolfo e coll'arsenico dell'orpimento; essa determina lo sviluppo dei pigmenti nelle piante, azioni tutte, che all'ombra non accaderebbero. Il nitrato d'argento si decompone alla luce; una parte dell'ossigeno si disperde e la soluzione annerisce, perchè si separa l'argento metallico. « La immediata causa, « dice Draper, di simili decomposizioni è il raggio « luminoso che mette in rapide vibrazioni le mole- « cole su cui cade; quindi può darsi che nelle più « fine molecole gli elementi non possono rimanere « riuniti nei medesimi gruppi. Gli elementi dei pic- « coli gruppi, in questi casi, non possono, concorde- « mente, muoversi nella stessa direzione. Il risultato « è una trasposizione, una combinazione o una scom- « posizione (324). » Il bleu di Prussia, secondo Chevreul, si scolora nel vuoto per l'azione della luce, abbandonando il cianogeno o l'acido prussico. L'ossigeno, completamente secco, ristabilisce il coloramento bleu, mentre si forma tanto ossido di ferro che questo corrisponde alla quota del cianogeno emesso (325).

Si sa che la pressione atmosferica tiene in equilibrio una colonna di mercurio della lunghezza di 76 centimetri di Parigi. Se si sottopone l'acido carbonico gazoso ad una pressione 36 volte più forte,

Digitized by Google

esso si condensa in fluido incoloro. L'alta pressione atmosferica determina delle modificazioni materiali nelle sostanze col variarne il movimento.

Una soluzione di fosfato di soda assorbe molto acido carbonico; ma una grande diminuzione della pressione atmosferica, col mezzo per esempio d'una macchina pneumatica, riesce a scacciare l'acido carbonico dalla soluzione.

Ora se la luce ed il calore, l'elettricità e la pressione atmosferica appaiono come stati della materia che con una forza potente generano moto, e quindi trasformazioni materiali, in centinaia di casi, invece, bastano delle influenze più piccole ad imprimere alla materia i più meravigliosi movimenti.

Noi sappiamo che una combinazione amorfa, nera, di solfo e mercurio può trasmutarsi pel solo strofinio, nel vermiglio cinabro. Il fulminato di mercurio, l'ioduro d'azoto e l'azoturo d'argento si decompongono per un lievissimo urto ed esplodono (326).

Il ferro battuto si acquistò una triste celebrità per la sua tendenza a diventare, sotto i replicati urti, fragile e cristallino, ciò che riesce di molto pericolo per i perni delle vetture che corrono sulle ferrovie. Kohn ha dimostrato che le ripetute torsioni che imprimono al ferro dei moti elastici ed oscillatori, riescono a modificarne la distribuzione molecolare, cosicchè esso diventa crudo e cristallino. Erdmann, non è molto, osservava perfino un caso in cui lo stagno, misto a piombo, delle canne d'organo, assunse un aspetto cristallino, in seguito alle ripetute vibrazioni sonore (327).

Stupende ricerche sul comportarsi dell'acqua, isti-

Digitized by Google

tuite da Enrico Rose, ci appresero che grandi quantità d'acqua possono scacciare dai loro sali gli acidi deboli, come il carbonio ed il silicico (328).

Il bisolfato di soda, sotto l'azione di una larga copia d'acqua, si decompone in solfato di soda, il comune sale medio, ed in acido solforico, che si combina coll'acqua. L'acqua, in rapporto all'acido solforico, fa le veci di una base.

Con questo mezzo ci riesce di decomporre le combinazioni che constano di due sali, i così detti sali doppi. La così detta glauberite è composta di solfato di calce e solfato di soda. Se la si tratti con una grande quantità di acqua, il solfato di soda resta sciolto e rimane il solfato di calce insolubile. Graham colle sue esperienze sulla diffusione dei sali nell'acqua, giunse a decomporre con una grande quantità di acqua, l'allume che è una tenace combinazione di solfato d'alumina e solfato di potassa. All'allume si sottrae una parte del suo solfato di potassa e questo passa nella soluzione (329).

Tali e tanti sono gli effetti di quelle influenze che dominano dovunque sulla materia. Non vi ha luogo, in cui non agiscano l'acqua o le scosse meccaniche, la pressione atmosferica e l'elettricità, la luce ed il calore. Ma se le circostanze che trasformano le proprietà della materia corrispondono da per tutto a certi moti propagati da una sostanza ad un'altra, forza ci è concludere che tutte le condizioni dei corpi devono riportarsi a questi diversi modi di movimento.

Noi sappiamo che molti licheni vivono esclusivamente di acido carbonico, acqua ed ammoniaca, a cui si associano alcuni sali. L'acido carbonico, l'acqua

Digitized by Google

e l'ammoniaca sono i precipui alimenti con cui si sviluppa il mondo vegetale.

Bunsen e Playfair avevano insegnato, e Rieken poi testè confermava, che si può ottenere da sole sostanze inorganiche il cianogeno. Se si mesce intimamente del carbonato di potassa e del carbone puro, e si riscaldi la miscela in una corrente di azoto in guisa che la potassa si spogli del suo ossigeno, allora si va formando del cianuro di potassio (330). Su questo fatto si basa la preparazione, che si eseguisce nelle fabbriche d'Inghilterra, del cianuro ferro-potassico, col mezzo dell'azoto dell'aria. Prima si credeva che il cianogeno non si potesse ottenere che colla scomposizione delle sostanze organiche azotate.

Il cianogeno associandosi all'ossigeno dà luogo all'acido cianico. E come il cianogeno si può ottenere artificialmente dai soli corpi semplici, così pure l'idrogeno nascente si può combinare coll'azoto e formare dell' ammoniaca. Ma esce inoltre il comporre l' ammoniaca, sciegliendo come punto di partenza il cianogeno. Sciolto nell'acqua ed esposto all'aria, questo fornisce dei fiocchi brunicci, che sono il segnale di una scomposizione, in seguito alla quale si sciolgono nel liquido, oltre l'acido carbonico, anche l' acido prussico, l'ammoniaca, l'ossalato d'ammoniaca e l'urea. Wöhler (331).

L' acido ossalico è una combinazione di carbonio e d' ossigeno, in cui, a pari quantità di carbonio, sono contenuti tre quarti degli equivalenti di ossigeno che entrano a far parte dell'acido carbonico. L'acido ossalico dà il sapore agro all'acetosa ed all'acetosella, ed a molte altre piante. È un acido organico che

Digitized by Google

noi, senza l'intermezzo dell'organismo, apprendemmo a formare dai corpi semplici.

Così noi conosciamo ora una base organica, l'ammoniaca, un corpo alogeno organico, il cianogeno, un acido organico, l'ossalico, che possiamo ottenere da corpi semplici. Pochi anni sono non lo si sarebbe neppure immaginato.

Noi abbiamo nell'ammoniaca una combinazione di azoto ed idrogeno, nel cianogeno un'altra di azoto e carbonio, e quest'ultimo elemento, associandosi all'ossigeno, forma l'acido ossalico. Molto tempo trascorse prima che si potesse ottenere una semplice combinazione di carbonio ed idrogeno, senza ricorrere ai corpi organici. Questo problema, con cui c'imbrogliava la sfinge della forza vitale, venne sciolto da Berthelot. Egli atterrava la sfinge e i suoi credenti e ci dava in mano il modo di riprodurre il mondo organico, coi soli corpi semplici. Tutto ciò compiva il Berthelot quando, facendo agire il solfuro di carbonio ed il solfuro d'idrogeno sul rame incandescente, ne otteneva varie sostanze organiche ed il gas oliofacente. Questo gas, composto di carbonio ed idrogeno è così prezioso per la riproduzione delle sostanze organiche che per lo scienziato ha maggior valore dello stesso diamante artificiale. Questo gas oleofacente infatti ci pone in grado di ottenere un gran numero di sostanze organiche, complicatissime, senza l'intermedio d'alcun organismo. Berthelot completava l'opera sua raggiungendo il medesimo risultato con variati cimenti (332).

Lo solfo ed il carbonio, sotto un alto grado di calore, si combinano, immediatamente, in solfuro di

Digitized by Google

carbonio. Kolbe, col mezzo del cloro, trasformò il solfuro di carbonio in ipercloruro di carbonio. Se noi facciamo passare i vapori di quest'ultimo corpo attraverso di un tubo rovente di porcellana otterremo una miscela liquida di due carburi poveri di cloro; la qual miscela, esposta alla luce nel gas di cloro secco, quasi ad un tratto si fissa in un percloruro di carbonio. Da questo cloruro di carbonio e dall'acqua, alla luce solare, si forma l'acido cloroacetico. Finalmente Melsens ottenne dall'acido cloroacetico, dall'amalgama di potassio e dall'acqua il comune acido acetico. Un acido organico che consta di carbonio, idrogeno, ed ossigeno, si produce quindi dai semplici elementi e dalle loro combinazioni inorganiche. Berthelot, per via secca, ridusse l'acido acetico in quattro altre combinazioni organiche, che in parte constano di carbonio ed idrogeno, in parte di carbonio, idrogeno, ed ossigeno (1). Tre di questi corpi si distinguono dall'acido acetico per la maggiore quantità di carbonio (333).

Con mezzi ancora più semplici ottenne il Berthelot l'acido formico dai soli corpi elementari. Fece agire la potassa, umida, al calore di 100°, per 70 ore, sul gas ossido di carbonio, entro una palla di vetro chiusa (334). In questa metamorfosi dell'ossido di carbonio in acido formico, due equivalenti di ossido di carbonio devono combinarsi con due equivalenti d'acqua. Per simile modo si distingue l'alcool dal gas oleofacente per la quantità maggiore degli elementi dell'acqua. Da ciò ne dovea nascere il pen-

(1) La naftalina, la benzina, l'idrato di ossido di fenilo, e l'acetone.

Digitized by Google

siero che questo gas si possa combinare coll'acqua per formare alcool. Berthelot seppe tradurre in fatto questo pensiero. Egli fece agire, sotto forti e ripetute scosse, l'acido solforico sul gas oleofacente, e dopo che l'acido solforico erasi impregnato di questo gas, egli mescolava la miscela con acqua e distillavala. Tra i prodotti della distillazione eravi l'alcool, tre quarti dell'alcool che avrebbe potuto derivare dalla quantità del gas oleofacente assorbito dall'acido solforico (335).

Adunque si può ottenere alcool senza uva, senza zucchero, senza amido; si può ottenere alcoole dal carbon fossile. Dopochè si potè produrre il gas oleofacente dai soli corpi elementari, la sfinge non ha più secreti.

Ed il chimico, inventore, va sempre facendo novelli passi all'innanzi. Strecker si servì dell'acido prussico e dell'alcool per preparare artificialmente l'acido lattico. A tal fine si sottrae una parte dell'idrogeno all'alcoole, col mezzo di sostanze che facilmente abbandonano una parte del loro ossigeno. Ed esso allora si cangia in aldeide. L'aldeide si combina con l'ammoniaca, e quando si fa bollire l'aldeide ammoniacale coll'acido prussico e con acido clorico poco concentrato, si ottiene una base organica azotata, l'alanina, la quale conviene sia trattata coll'acido nitrico, per ridursi in acido lattico, azoto ed acqua (336).

Il gas oleofacente era il solo stadio che mancava a Strecker per ottenere, dai semplici elementi, un corpo organico, composto, che consta, oltrechè di carbonio, di idrogeno e di ossigeno, anche di azoto

Digitized by Google

e di zolfo, la taurina, la quale prima non potevasi ottenere che dall' acido coleico. Se il gas oleofacente si tratta con acido solforico anidro, si ottiene un acido organico, ricco di solfo, l'acido *isationico*, il cui sale ammoniacale (secondo la scoperta di Strecker), solo che venga riscaldato, subisce tale trasposizione molecolare da dare luogo a quel prodotto di decomposizione dell'acido coleico, alla taurina, che venne ritrovato nel polmone dei mammiferi e nelle carni dei molluschi (337).

Col mezzo degli acidi ossalico, acetico, e del cianogeno, che ora sappiamo preparare artificialmente dagli elementi semplici, noi possiamo giungere a comporre un corpo organico complicatissimo, l' olio di senape, il quale consta di solfo allilo e di solfuro di cianogeno. Questa scoperta era già preparata dalle precedenti sicchè fu contemporaneamente fatta ed annunciata in Parigi da Berthelot e da Zinin a Pietroburgo (338).

La via più corta per giungere allo scopo ci fu indicata da Dusart. Se si riscaldi a secco una miscela di acetato ed ossalato alcalino, dapprima si forma dell' acetone, un corpo organico, e l' ossido di carbonio, i quali, agendo gli uni sugli altri in istato nascente, si trasformano in acido carbonico e carburo d'idrogeno. Questo ultimo contiene sei equivalenti d' idrogeno per sei di carbonio. Questo carburo si combina col bromo, ed il bromuro che ne risulta, trattato con una soluzione alcoolica di potassa, perde una parte del bromo e dell' idrogeno, e si ha un nuovo corpo il *propilenilo di bromo,* che oltre un equivalente di bromo contiene il carbonio e

Digitized by Google

l' idrogeno negli stessi rapporti in cui esistono nel e nel solfo allilo alla combinazione con solfo. Se si faccia agire questa combinazione di bromo sul solfocianuro di potassio, si ottengono bromuro di potassio, ed olio di senape (339).

La possibilità di formare, coi corpi elementari, le sostanze organiche più semplici, ci diede l' immenso vantaggio di rifare le sostanze organiche più complicate, combinando insieme in modo appropriato due sostanze più semplici. Se si mesca del cianato di potassa col solfato d'ammoniaca, allora la potassa va combinandosi coll'acido solforico e l'acido cianico coll'ammoniaca. Questa ultima combinazione tuttavia non forma cianato d'ammoniaca, ma urea. L'urea può adunque ottenersi artificialmente dai soli corpi semplici elementari. Questo era il luminoso fatto con cui Liebig e Wöhler apersero un immenso varco alle ricerche, e, forse loro malgrado, dovettero fornire prova come si possa, colla fiaccola della chimica e della fisica, penetrare nel mistero della vita.

Berthelot combinò il gas oliofacente coll' acqua e ne ebbe alcool. All'alcool noi sottragghiamo di nuovo una parte della sua acqua, quando coll'acido solforico lo tramutiamo in etere. Noi combiniamo l' etere coll'acido ossalico, formico, acetico, lattico. Dall' acido acetico, colla corrente elettrica, caviamo una nuova combinazione di carbonio ed idrogeno (il metilo), che ossidandosi fornisce un nuovo etere. Questo etere, pure combinandosi cogli acidi ossalico, cianico, formico, acetico, fa nascere nuovi corpi che stanno su gradini abbastanza elevati della composizione organica. E così via via.

Digitized by Google

Sarebbe già oggi vana l'impresa di volere noverare tutte le sostanze organiche che si possano formare, ormai, coi soli corpi semplici. Ed il chimico, ove non sia fatto mancipio di preti o di re, sorride e gode sottecchi della sua tacita vittoria sul povero filosofo che credeva avergli, *coll' urea*, segnato il limite irrevocabile della sua possa e della sua scienza.

Si può con un fermento, con una sostanza, cioè, le cui molecole sono in continuo moto, porre in movimento le molecole dell'urea. L'urea fermenta. Questa fermentazione spesso si accompagna a formazione di funghi (C. Schmidt).

Ma se le piante possono vivere di acido carbonico, acqua ed ammoniaca, se noi possiamo formare artificialmente sostanze organiche, azotate o non azotate, come l'urea, l'acido acetico, dai soli corpi semplici, se il decomporsi di urea è seguito dalla formazione di funghi, noi dobbiamo concludere che le sostanze organiche e le organizzate si possono ottenere da principii inorganici e da combinazioni inorganiche.

Ma la forza, come vedemmo, è una proprietà della materia. Una forza che non sia associata alla materia, che vaneggi liberamente sopra la materia, e le si combini a piacimento, la è una vuota fantasticheria. L' azoto, il carbonio, l' idrogeno e l' ossigeno, lo solfo ed il fosforo sono dotati di proprietà che loro sono eternamente inerenti. Dunque quando la materia entra a comporre le piante o gli animali, essa possiede proprietà immutabili. Ne segue che l' ipotesi di una forza vitale non ha ragione di essere.

Chi parla di una forza vitale, di una forza tipica, (o come altro si chiami), deve immaginare una forza

Digitized by Google

senza materia. Una forza senza un substrato materiale è un'ipotesi senza fondamento, un'astrazione assurda. L'unica differenza essenziale tra materia organica ed inorganica sta in ciò che la sostanza organica possiede una composizione molto più complicata. E quando la materia giunse ad un tal dato grado di composizione, allora nascono le forme organizzate e le funzioni della vita. Il mantenersi di quella composizione, nel continuo scambio della materia, caratterizza la vita dell'individuo.

Questa particolare composizione non dipende da una speciale affinità che i principii avrebbero solo durante la vita. Variano soltanto le condizioni sotto cui nacque la combinazione, il calore, la pressione atmosferica; variano insomma le circostanze nelle quali si manifestano ed esplicano le affinità inerenti nell'azoto, come nel carbonio, nell'idrogeno, nell'ossigeno, nello solfo e fosforo.

Il platino rovente decompone l'acqua; e la pianta ugualmente. La pianta condensa acido carbonico come la pressione di 36 atmosfere. Le circostanze, la specie e la direzione del moto, che la materia propaga alla materia, determinano i prodotti dell'affinità che domina i corpi elementari.

Perciò i processi che noi osserviamo nelle storte e nei crogiuoli trovano tanta applicazione nella vita. Molti chimici opinano che questa o quell'altra trasformazione di una sostanza organica abbia o non abbia luogo, nell'organismo, a seconda che ebbe esito o no nel laboratorio. Ed in un batter d'occhio asseriscono che i fatti osservati nel laboratorio non sono applicabili all'organismo. Ma nel più dei casi l'orga-

Digitized by Google

nismo fa per lo meno quanto fanno le storte ed i crogiuoli, e non di rado fa anche di più, perchè il laboratorio chimico della vita è in un'azione sempre continua, sotto favorevoli circostanze.

I difensori della forza vitale invocano volentieri la difficoltà che noi non possiamo creare alcun animale ed alcuna pianta. Ma siamo, dunque, sempre in grado di creare un minerale composto anche quando ne conosciamo perfettamente la composizione? Eppure nessuno vorrà ammettere, nella roccia, una forza vitale. La sfida che gli ignoranti fanno sì spesso, con baldanzoso cipiglio, ai fisiologhi di creare un *homunculus*, non ha il più piccolo rapporto colla forza vitale. Se noi potessimo essere padroni della luce, del calore e della pressione atmosferica, come, in certi casi, il siamo delle proporzioni atomistiche delle materie, noi riesciremmo assai più facilmente a ricomporre le combinazioni organiche e ad ottemperare alle condizioni necessarie per la formazione di esseri organizzati.

Noi giungiamo solo di rado a formare sostanze organiche cogli elementi od almeno colle semplici combinazioni inorganiche, perchè, nel più dei casi, ci è ignota la disposizione delle molecole, l'aggruppamento dei singoli suoi elementi. Noi ignoriamo, troppo sovente, l'intima chimica costituzione delle sostanze.

Le leggi della riduzione ci sono note per le prime, dice assai bene Liebig. Non posso però convenire che ancora sia dubbio se giungeremo mai a conoscere le leggi della produzione (340). Liebig (ci gode accennarlo) altrove confessa che noi abbiamo, già, nelle

Digitized by Google

mani prove bastanti da sperare che riesciremo a produrre artificialmente il chinino e la morfina, e le combinazioni donde si formano l'albumina e la fibra muscolare (341). Non possiamo, quindi, accogliere l'asserto del Liebig « che molte azioni dei corpi « viventi hanno luogo per cause fisiche o chimiche, « ma che si andrebbe troppo lungi concludendo che « tutte le forze attive nell'organismo sieno identiche « a quelle che reggono la materia morta » (342). — Certo poi, Liebig diventa oscuro e confuso, quando parla di certi elementi, « che si innalzano ad alta « potenza nella pianta e negli animali, coll'attività « vitale » (343), o quando proclama, che « colla « morte gli elementi ricadono nel dominio illimitato « delle forze chimiche » (344).

Quell'innalzamento ad alta potenza non vuol propriamente significare altro che uno speciale moto della materia. Chi può ideare un moto pel quale le proprietà possano venire scisse dalla materia? Eppure Liebig cade in supposizioni di questo genere, quando afferma che le sostanze organiche, soltanto dopo la morte, sarebbero abbandonate alle loro azioni chimiche.

« Non dansi, dice Liebig, altre forze, che sieno « fra loro più affini le forze chimiche e la forza vi- « tale (345) ». Eppure, sì spesso, egli oppose la forza chimica alla vitale (346). « La forma, le pro- « prietà dei più semplici gruppi atomistici dipendono « dalla forza chimica coadiuvata dal calore; la forma « e la proprietà degli atomi più complicati ed orga- « nizzati dalla forza vitale (347) ».

Non sarebbe egli, come dire, che la forza vitale,

Digitized by Google

sciolta dalla materia, librasi nell' aria, aspettando l'occasione di stringere una parte della materia sotto il suo dominio? E ben più saviamente ebbe a dire lo stesso Liebig: « Dal nulla non nasce alcuna forza (348); « non v'ha in natura forza veruna che si generi e crei « da sè stessa, o valga a distruggere le cause, le quali « danno alla materia le sue proprietà; il ferro non « cessa mai d'esser ferro, nè il carbonio d'esser car- « bonio, nè l'idrogeno d'essere idrogeno. Dagli ele- « menti del corpo organico non possono formarsi mai « ferro, solfo e fosforo » (349).

Ma Liebig non può liberarsi ancora da quel contrasto ideale tra forza e materia, egli non comprende essere la forza una proprietà eterna, inseparabile dalla materia; quindi incespica a dare un significato analogo alla vecchia astrazione, di *forza vitale* ed alla parola *affinità* (350). L'errore della supposizione della forza vitale sta appunto nel credere che questa possa essere una forza senza substrato, un'idea che fabbrichi il corpo, un nulla autonomo che potrebbe tutto fare e disfare, che si presti a qualunque fantasmagoria, perchè è svincolato dai legami e dai limiti del mondo reale. L'affinità, invece, è l'eterno, immutabile carattere della materia, ed essa no'l perde mai, nè in vita, nè in morte.

Liebig stesso, opportunamente dice: « Spiace ai « medici ignoranti che la verità sia cosa sì semplice, « comechè essi non sappiano giovarsene praticamente. « E quindi si danno d'attorno, e colle *parolone* di « *forza vitale* credono spiegare ciò che non com- « prendono; con un fattore incomprensibile, inde- « terminato, spiegano ciò che non capiscono » (351).

Digitized by Google

Chi voglia, poi, apprezzare il pericolo a cui ci espone quella funesta ipotesi, legga le seguenti magnifiche parole del Du-Bois Reymond: « La forza vitale, dice « egli, è una fossa lunga, profonda, pericolosa la « quale, dipinta con tetri colori ai corridori del pal- « lio, li spaventa sì che se la sospettano innanzi per « ogni cespuglio e quindi ne restano moralmente in- « ceppati » (352).

« Noi ebbimo, dice Liebig ancora, in questi ultimi « anni, a conoscere un gran numero di fenomeni di « cui non possiamo determinare bene la causa. In « altri tempi, per poterne spiegare l'origine, qual- « cuno sarebbe ricorso a delle *forze nuove;* noi nol « faremo, perchè conobbimo la nostra ignoranza an- « che in riguardo alle proprietà delle forze più note « come la molecolare, come quella della coesione e « dell'affinità » (353).

Tutte quelle idee vitalistiche partono da una tendenza radicata nell'uomo di personificare ed individualizzare i fenomeni che egli non capisce. L'assurda scissura della forza dalla materia procede in gran parte dal bisogno che sentiamo di ancorarci nel fluttuare dei fenomeni, coll'aiuto dell'immagine concretizzata di un nocchiere che sia la causa personale della loro direzione.

La realtà più positiva, e la più assurda fantasticheria crebbero da un solo ceppo.

Una volta che gli elementi, il carbonio, l'idrogeno, l'ossigeno, l'azoto siensi organizzati, le singole forme che ne risultano, restano fisse per un tempo assai lungo. Per mezzo dei semi, delle gemme e dell'uova, esse riproduconsi con continuo ricambio.

Digitized by Google

Su questo regolare ricorso il naturalista basa la suddivisione degli esseri in ispecie.

La somma delle circostanze, delle condizioni per le quali l'affinità della materia fissa e riproduce le medesime forme, fu da Henle chiamata (secondo l'esempio dello Schelling) col nome di *forza tipica*. Qui si ottenne già un qualche progresso, a confronto della vecchia forza vitale, poichè si vengono ad ammettere tanti stati della materia, quanti sono gli organi e le specie. Ma pure questa forza tipica delle piante e degli animali è un'idea vuota, una personificazione ingenua quanto la sua parente, la forza vitale.

E qui, a constatare coll'oscurità, in cui caddero Liebig ed i suoi seguaci, non posso resistere al piacere di citare un lungo passo di Du-Bois Reymond, non solo perchè mi giova appoggiarmi alle vedute d'uomo, cui una grande intelligenza, sorretta da acute e felici analisi, addita fra i sommi del mondo scientifico, ma anche perchè mi parvè sempre cosa importante e degna di nota questo riscontrarsi di due uomini che, partendo da punti diversi, riescirono, in una quistione vitale, alle conclusioni medesime.

« La così detta forza vitale, come s'ammette comu-
« nemente esistere in tutti i punti del corpo vivo, è
« una assurdità. Un individuo che suppone esistere
« nell'organismo delle forze le quali non si possano
« trovare al di fuori di esso, non può che ragionare
« in questo modo: Una particella della materia, mentre
« è trascinata nel turbinio della vita, è di tempo in
« tempo fornita di nuove forze. Queste forze vanno
« perdute di nuovo quando il turbinio della vita le
« proietta sulle spiagge deserte della morte. Noi ci

Digitized by Google

« arrestammo finora alla supposizione che tra i pro-
« cessi della natura inorganica e quelli dell'orga-
« nica non esiste altra differenza se non che in am-
« bedue le molecole vanno dotate di forze differenti.

« Noi lasciammo ancora intatto il problema sull'e-
« sistenza o no di questa distinzione. I vitalisti la
« tengono per cosa sicura, chè se essi fossero logici
« dovrebbero ripetere queste differenze da quelle pre-
« tese nuove forze, di cui le molecole andrebbero,
« secondo essi, dotate nell'organismo.

« Ma quest'opinione non si può sostenere; per dimo-
« strare ciò ci conviene addentrarci un poco più oltre
« nel concetto vero della parola *forza*. Noi conce-
« demmo, per un poco, che la forza sia una causa
« di moto. È un modo di dire assai comodo, di cui
« non ci possiamo liberare e di cui ci è lecito ser-
« virci. Ma non conviene dimenticare che la forza,
« in questo senso, non ha veramente alcuna realtà.

« Chi vada al fondo dei fenomeni, troverà che la
« forza e la materia non esistono. L'una e l'altra
« sono astrazioni di cose, prese da un diverso punto
« di vista. Esse si completano fra loro, e l'una pre-
« suppone l'altra. Separate non hanno alcuna realtà,
« cosicchè chi tenti decomporre l'intima natura delle
« cose non ha alcun appoggio sui fatti, ma oscilla
« e vaneggia all'infinito tra due astrazioni.

« La forza in questo senso è un parto della ten-
« denza istintiva alle personificazioni, una figura
« rettorica che fa il cervello, perchè appunto non ci
« vede chiaro. Nei concetti astratti di forza e materia
« noi ritroviamo quel medesimo dualismo che rin-
« viensi nella supposizione di Dio e mondo, anima

Digitized by Google

« e corpo. Egli è un po' più raffinato, ma pur sem-
« pre è quello stesso bisogno che già spingeva l'uomo
« a popolare le fonti ed i cespugli, la roccia, e l'aria
« ed il mare con creature che sono nate nella sua
« immaginativa. Che guadagnammo noi quando ci
« si disse che l'attrazione è la forza che avvicina
« due molecole fra loro? Nemmeno l'ombra d'una
« idea più profonda ed esatta sulla essenza delle
« cose. Ma nella nostra eterna avidità di riconoscere
« le cause prime, noi proviamo come una certa ac-
« contentatura ad immaginarci una mano misteriosa
« e nascosta, la quale affretti, zelante, la pigra ma-
« teria, od una specie di braccia di polipo, per le
« quali le molecole si stringano e distrighino, ed ur-
« tino l'une coll'altre. »

E più lungi ei dice « Chiaro è, come sia assurdo
« l'ammettere una forza, la quale esista per sè senza
« bisogno di materia, eppure agisca su di essa quando
« venga nella sua sfera; una forza la quale di tempo
« in tempo ora viene divisa, ed ora riunita alla ma-
« teria. La materia non è un carro dinanzi al quale
« le forze possano essere attaccate a guisa di cavalli
« e poi rilasciate. Una molecola di ferro è, e resta
« sempre tale, sia che si affondi nella terra colle
« pietre meteoriche, o che roti, rapidissima, colle va-
« poriere, o che per via delle cellule sanguigne circoli
« nelle tempie del poeta. Tanto in questo caso, come
« sotto il meccanismo dell'artefice, nulla si tolse, nulla
« s'aggiunse, alle proprietà di quelle molecole. Quelle
« proprietà vi sono inerenti, eternamente, e ne sono
« inseparabili, ed immutabili. Quindi, per noi, non vi
« ha dubbio, tra il mondo morto ed il vivo non può

Digitized by Google

« trovarsi una vera e reale differenza. Una simile « differenza non esiste. »

« Quando negli organismi una nuova forza si ag- « giunga alle molecole, essa loro venne comunicata « dal mondo esterno. Quindi non v'hanno forze spe- « ciali che si possano chiamare vitali. La scissione tra « la così detta natura organica ed inorganica è una « divisione arbitraria. Coloro che vi si attengono, co- « loro che predicano le false teorie delle forze vitali « (sotto qualunque forma e vernice poi la vogliano « larvare), non andarono mai fino al fondo del loro « pensiero, essi sempre s'arrestarono a mezzo del « loro cammino » (356).

Non v'è materia senza forza, ma non v'è nemmeno forza senza materia. Le proprietà degli elementi sono immutabili. Non si può quindi parlare più di forza vitale.

La vita non è il risultato di una speciale forza; e piuttosto essa è uno stato della materia, basato sopra eterne proprietà, determinato da speciali fenomeni di moto, cui il calore, la luce, l'acqua, l'aria, l'elettricità e le scosse meccaniche imprimono alla materia. Le così dette influenze attive, o forze, non sono infine che sostanze calde, sostanze elettrizzate, corpi vibranti, onde luminose, sonore, in somma, tutto quanto desta movimento col movimento.

Ma l'uomo si crea tutto alla propria immagine, le cause dei fenomeni, come il Dio innanzi a cui s'inginocchia. Ora solo, in questi ultimi tempi, cotesto fanciullesco capriccio del personificare fu domato e confutato nella scienza, come nella fede.

Chi volesse rannodare al nome d'un individuo l'im-

Digitized by Google

presa erculea, alla quale ora attende una gran parte degli uomini, ed anzi tutta l' umanità che studia ed esamina, potrebbe dire come *Feuerbach* iniziasse la grande opera. In grazia a lui il fondamento *antropologico* divenne il punto di partenza per tutte le osservazioni, per tutti i pensieri, la sola base di ogni scienza.

L'Antropologia è la bandiera che Feuerbach ci schiera dinanzi. Questa bandiera riescirà vincitrice, purchè seguitiamo ad analizzare la materia ed i suoi movimenti. Io non mi stancherò dal ripeterlo: il perno su cui si aggira lo scibile moderno è lo studio delle metamorfosi della materia.

Digitized by Google

LETTERA XVIII.

Il pensiero.

La forza è una proprietà della materia. La forza è indivisibile dalla materia. La forza è come la materia eterna.

Per poter meglio chiarire questi teoremi per quanto ispecialmente riguarda la vita del cervello, devo porre in avvertenza gli studiosi sopra un essenziale errore difeso da Liebig e che noi, qui, avvertiamo, per avere, poscia, più spedito e libero l'accesso al terreno dei fatti.

« I processi della fecondazione, dice Liebig, lo svi-
« luppo e l'accrescimento dell'animale, i rapporti vi-
« cendevoli dei loro organi e delle loro funzioni, le
« leggi dei loro movimenti, le proprietà delle fibre
« nervee e muscolari, tutte queste meravigliose par-
« venze si possono spiegare senza avere nessun ri-
« guardo alla sostanza, da cui esse emanano » (358). Davvero queste sole parole basterebbero a provare come Liebig non sia fisiologo.

L'accrescimento consiste in una assimilazione ed attrazione della materia; la possibilità della fecondazione, l'embriogenia si fonda tutta in ciò che l'uovo ed i semi contengono i principii del sangue, i prin-

Digitized by Google

cipii cioè, donde si formano tutti i tessuti del corpo; l'attività dei muscoli e dei nervi è così collegata alla diversità della materia che i muscoli, secondo lo stesso Liebig, non esisterebbero senza potassa, nè il cervello ed i nervi, secondo Frémy e Gobley, funzionerebbero senza grasso fosforato.

E qui devo notare come Liebig non ammetta la importanza, anzi, nemmeno conceda la presenza del grasso fosforato nel cervello. « Alcuni scrittori, dice « Liebig, opinano che le carni ed il pane contengano fosforo; che il latte, l'uova ed il cervello « contengano un grasso fosforato, ed anzi rannodano « colla presenza del grasso fosforato l'esistenza e « perfino le funzioni del cervello. Così consumando « i pensatori molto fosforo non troverebbesi in essi « più soprabbondanza di fosforo e sarebbe verificato « il detto, senza fosforo non è possibile il pensiero. »

Liebig allude ad un passo del mio lavoro popolare sugli alimenti, che qui ripeterò perchè il mio pensiero, nel modo in cui venne alterato da Liebig, non si riconosce punto nè poco. Io diceva: « Il cervello « non può esistere senza il grasso fosforato, grasso « che deve il suo fosforo all'albumina ed alla fibrina « del sangue. Dagli altri principii non si potrebbe « ottenere il fosforo. Perciò può dedursi, assai giustamente, che per mantenere la nutrizione del cervello occorrono pane, carni e legumi, e che gli « alimenti, come le uova ed i pesci, i quali contengono già pronto il grasso fosforato rendono assai « più facile l'introduzione di questo principio nel « cervello. Al grasso fosforato si collega l'esistenza, « e quindi l'attività del cervello. Perciò si suol dire,

Digitized by Google

« in ischerzo, che l'uomo sapiente ha molto fosforo « nel cervello. E dico, per ischerzo, chè un fisiologo « nol può, sul serio, opinare. Poichè la composizione « di un organo viene a soffrire così pel troppo come « pel troppo poco. Quindi nei grandi pensatori non « si può supporre esista una soprabbondanza di fo- « sforo. Eppure rimane vero che senza fosforo non « è possibile il pensiero » (360).

Non per me, sì bene per le idee da me seguite, io era in dovere di porvi sott' occhio col semplice raffronto quanto differiscano le mie espressioni dalle citate da Liebig, la cui confutazione s' aggira tutta in una logomachia. La scienza, continua Liebig, non ha alcuna prova che nel cibo e nel corpo umano ed animale il fosforo sia contenuto in quella forma in cui v' è lo solfo (361).

Tuttavia, concede Liebig, che il cervello contenga acido fosforico (362), e noi sappiamo per le indagini di Gobley, come si trovi nel cervello un grasso che, trattato cogli acidi minerali e cogli alcali, si decompone in acido oleico, margarico ed in una combinazione di glicerina con acido fosforico (363).

Dunque il cervello contiene davvero dell' acido fosforico ed una parte di questo acido entra nei grassi cerebrali. L' acido fosforico è una combinazione di fosforo ed ossigeno. Ne segue che nel grasso cerebrale entra, realmente, fosforo. Quando io, nel libro degli alimenti, parlava del grasso fosforato, io non toccava, punto, della forma sotto cui questo vi compare. Io sapeva, quanto Liebig, che secondo Gobley quel fosforo dal cervello si ottiene sotto forma di acido fosforico combinato alla glicerina. Ma Liebig sa pur

Digitized by Google

bene, anch' egli, non essere punto ancora accertato se per ciò il fosforo preesista nel cervello come acido fosfoglicerico o sotto qualsiasi altra forma.

Vi hanno insomma qui delle particolarità, in cui non voleva addentrarmi. Comunque sia, resta sempre incontrastabile che il cervello contiene un grasso fosforato e che senza quel grasso esso non può esistere.

Ed è pur certissimo quanto Liebig più volte ripetè: « Dai soli elementi del corpo organico non potrà formarsi mai nè ferro, nè solfo, nè fosforo » (364). Rammenterò qui un passo del libro mio sugli alimenti. Niun corpo semplice nel nostro organismo può tramutarsi in un altro. Questa è la chiave del mistero. Dal fosforo non si potrà ottenere mai dell'ossigeno, nè dall'ossigeno mai del carbonio, nè dal carbonio dell'azoto, nè dall'azoto dello solfo. Niuna potenza fa eccezione a questa regola. Come nulla potrà crearsi dal nulla, così pure la forza plasmatrice del corpo non può trasmutare il ferro in idrogeno, nè il cloro nel calcio (365).

Lo stesso Liebig lo dice infine con esplicite parole in questo passo: « La sostanza dei nervi e del cer-
« vello contiene un acido fosforico combinato con un
« grasso, il quale è poi in parte associato ad un al-
« cali » (366). Ciò malgrado, Liebig osava stampare nel 1855: « L'onore d'aver inventato che esista del
« fosforo libero nel cervello non è punto mio, ma
« del dottor Moleschott, ed io anzi dimostrai nelle
« lettere chimiche che ciò è falso e non è basato su
« di alcuna prova » (367). Questa espressione e questo procedere di Liebig non richiedono alcun giudizio. Basta la semplice citazione. Poichè Liebig troppo

Digitized by Google

bene conosce come sia uso fra i chimici di parlare della presenza di un elemento, anche quando esso compaia nei tessuti in combinazione con altri; così si dice che i corpi albuminosi, che un acido della bile, che la gelatina contiene solfo, senza perciò voler determinare sotto quale combinazione esso poi vi compaia. Così appunto ancor io avea inteso di fare parlando della presenza del fosforo nei grassi del cervello, la quale poi dalle indagini del Bibra venne riconfermata e convalidata. Von Bibra ha dimostrato, con apposite sperienze, che il fosforo del grasso cerebrale non può attribuirsi a qualche fosfato che lo accompagni in via accidentale (368).

Liebig mi attribuisce l'opinione che il cervello contenga fosforo libero; io mi trovo, mio malgrado, costretto a dichiarare essere quel suo asserto una invenzione al tutto infondata.

Già nel 1850, io chiaramente cercava dimostrare come i molti e necessarii rapporti in cui il grasso fosforato è collegato col cervello non basta a farci conchiudere che ad una gran forza intellettuale corrisponda sempre una maggiore quantità di fosforo del cervello. Io lo ripeto, di nuovo, e più forte di prima. La composizione degli organi soffre detrimento, così pel poco, come pel troppo. Io godo di potere soggiungere che Bibra appoggiandosi a numerose analisi, confermava la giustezza di questo pensiero, che io mi era formulato dopo l'esame accurato dei fatti.

Il lettore può persuadersene dalle parole dello stesso Bibra:

Egli dice: « Dopo una lunga serie di indagini io « venni alla conclusione che il fosforo del cervello

Digitized by Google

« è assolutamente un principio integrante di molti « grassi cerebrali, ed è quindi assolutamente indi- « spensabile per la composizione del cervello. Tut- « tavia non si può, per niun modo, asserire che « una maggiore o minore quantità di questo principio « influisca sul più o sul meno dell' intelligenza « ed occasioni o determini manie od idiozie; e « nemmeno può dirsi che lo si possa rinvenire « sempre in maggiore copia negli animali più intel- « ligenti » (369).

Queste parole stanno scritte nel giornale redatto da Liebig. Eppure Liebig non si perita di scrivere dopo un anno: « L' onore di quella scoperta non « tocca a me, ma al dottor Moleschott, ed io, nelle « mie lettere chimiche, ho dimostrato, come ciò sia « falso e non si basa su veruna prova. » Fortunatamente anche le sentenze degli uomini più celebri eccheggiano impotenti a petto della modesta ma incorrotta voce del vero e dell'esame. Io ripeto ora: « Il cervello contiene fosforo, probabilmente nella forma di acido fosforico combinato con un grasso o con un acido grasso. Il tessuto del cervello non può svilupparsi senza l'amminicolo di quel grasso fosforato. Liebig stesso ammette che il cervello è la sede dell'attività del pensiero, che le funzioni del cervello devono essere in relazione colla massa del cervello (370), dunque rimane certo che senza fosforo non v' ha pensiero.

Appunto nello stesso modo si può dire che i nostri muscoli non ponno esistere senza potassa, che dunque senza potassa non è possibile il movimento muscolare. Ma con ciò non si pretende asserire che

Digitized by Google

un muscolo è sviluppato meglio, e meglio si contrae a confronto d'un altro, quando sia più ricco di potassa. Nè, tanto meno, dal mio teorema, che senza fosforo non avvi pensiero, si potrà dedurre che si possa misurare la forza intellettuale di un cervello dalla quantità del suo fosforo. Io trovo quelle mie idee assai bene espresse nelle parole di Bibra: « Non esser « provato che la minore o maggiore intelligenza sia « assolutamente in rapporto della quantità in più od « in meno dei grassi fosforati e del fosforo del cervello. « Egli è vero che il cervello di alcuni animali supe- « riori contiene più grasso fosforato, quindi, più fo- « sforo che quello degli animali inferiori.

« Ma il confronto dei singoli casi mostra tenervi « piuttosto il grasso in complesso una notevole in- « fluenza. Io non nego naturalmente che il fosforo « sia un elemento integrante del grasso cerebrale, « ed è verosimilissimo che questo grasso fosforato « abbia una speciale importanza nello scambio dei « materiali del cervello. Ma io non credo che le « funzioni speciali del cervello, quale emanatore « ch' egli è del pensiero e della volontà, sieno spe- « cialmente determinate dal fosforo » (371).

Niun lettore attento vorrà ammettere ch'io ascriva al grasso fosforato, esclusivamente, l' attività del cervello. Senza dubbio alcuno, la colesterina, l' albumina, la potassa e gli altri elementi del cervello sono altrettanto necessari alla sua composizione e quindi alla sua funzione. Come io diceva: Senza fosforo non può darsi pensiero, così poteva dire, senza albumina, senza colesterina e potassa, anzi senza acqua, non può darsi pensiero, e meglio ancora

Digitized by Google

avrei potuto dire, « non v' ha pensiero senza cervello. »

Io sceglieva a preferenza il fosforo od il grasso fosforato come il principio più caratteristico del cervello, e parlava d'uno speciale principio per esprimere, nel modo più preciso, il fatto, che il cervello non è uno stromento di cui si giovi un essere vaporoso e spirituale per produrre il pensiero, ma che, a rigore di vocabolo, esso è l'organo del pensiero e l'attività psichica è la manifestazione di una forza che si associa indissolubilmente ad un materiale substrato.

Ciò dovrebbe bastare per distruggere da qui innanzi il pregiudizio che per le indagini sulle funzioni del cervello, poco importi il sapere di quale sostanza esso consti.

Nella scorsa lettera io tentai dimostrare, come la composizione, la forma e la forza dei corpi si mutino sempre contemporaneamente. L'importanza del soggetto merita bene ch' io mi attenti di riesaminare quella tesi, applicandola in modo speciale a quanto concerne il cervello.

Se anche pel cervello vale la massima che la composizione, la forma e la forza vanno di conserva, sicchè alterandosi la prima, s'alterano anche le seconde, noi dobbiamo concludere che ogni materiale modificazione del cervello deve esercitare influenza sul pensiero, e viceversa, il pensiero deve riflettersi nelle condizioni materiali del corpo.

Le materiali modificazioni del cervello influiscono sul pensiero.

La sezione anteriore e più grande del cervello

Digitized by Google

consta di due porzioni divise da un solco profondo, le quali porzioni, riunite, hanno la forma d'una mezza sfera, mentre ciascuna ha approssimativamente la forma di un quarto di sfera. Ciò nonostante sono chiamate *grandi emisferi* del cervello. Se in questi due emisferi, allo stesso tempo, abbia luogo una degenerazione, anche poco estesa, si osservano sopore, indebolimento di spirito, e vera follia.

Il cervello è avviluppato da una membrana molle ricchissima in vasi sanguigni, la pia madre. A questa soprastà una delicatissima membranella, la così detta aracnoidea. E quest'altra poi è involta da un terzo velamento fibroso, che ha nome di dura madre.

Queste membrane si protendono nel midollo che è l'immediata continuazione del cervello. Tra la pia madre e l'aracnoidea, si raccoglie un liquido detto aracnoideo. Questo liquido, in certe malattie seguite da stupore ed imbecillità diventa copiosissimo.

Spesso dei vasettini sanguigni si lacerano nel cervello, ed il sangue in grande copia si travasa per entro la massa encefalica. È il caso più frequente di *colpi* apoplettici o *goccie*. La perdita della coscienza è l'esito più comune di queste alterazioni.

L'infiammazione cerebrale ha luogo nelle congestioni dei vasi del cervello abbastanza forti per produrre un aumentato trasudamento del plasma sanguigno. La mania, che infuria in selvaggi discorsi, è il sintomo di una malattia del cervello. Il delirio nelle febbri tifose deriva da simili cause.

Se il battito del cuore si indebolisca, così che abbia luogo il deliquio, il cervello riceve troppo poco sangue. Perciò, nel vero deliquio, si osserva la man-

Digitized by Google

canza di coscienza. Il cervello del decapitato, in breve, si spegne per la perdita di sangue.

L' ossigeno che noi, per la respirazione, introduciamo nel corpo, ed assimiliamo, è necessario alla giusta miscela di tutti gli organi del corpo nostro. Niuna parte però soffre così presto dalla mancanza dell'ossigeno, come il cervello. Per poco che il cervello contenga solo sangue venoso e non riceva la necessaria quantità di sangue arterioso, sopravengono allucinazioni, cefalalgia, vertigini e perdita di coscienza.

Il thè stimola il raziocinio; il caffè eccita la forza plastica, l' immaginativa del cervello. Noi, in questo caso, non conosciamo la materiale modificazione che vi subiva il cervello. Ma noi sappiamo che la *fame*, cioè la mancata riparazione dei perduti elementi sanguigni, rende incapaci al lavoro, irrequieti, maniaci.

Coll'uso del vino e degli alcoolici, l'alcool penetra nel sangue e nel cervello. Simultaneamente i vasi del cervello, del midollo e dei nervi, nei punti in cui escono fuori dal cranio, come pure i vasi delle membrane cerebrali sono turgidi di sangue. La presenza dell'alcool, che colla ossidazione, si cangia in aldeide, associandosi a questa congestione del cervello, dà origine all'ubbriachezza.

Ma appunto, come le modificazioni materiali del cervello influiscono sulle sue funzioni, così queste si riflettono nelle materiali modificazioni del corpo.

Il cervello ed il midollo spinale non sono altro, in complesso, che potenti ammassi di fibre nervose, che in molte guise s' intrecciano e connettono colle cellule nervee. Le fibre nervose si riuniscono in varii

Digitized by Google

punti in tronchi, in fasci, che dal cervello e dal midollo s'irradiano verso la superficie del corpo e nei singoli organi.

La scoperta della corrente elettrica dei nervi conta fra le più grandi glorie del mondo fisiologico di questo secolo. Noi la dobbiamo a Du-Bois Reymond.

Dai nervi dipende, nella vita, l'accorciamento della fibra muscolare e quindi il movimento. I nervi sono, oltrecciò, i conduttori delle sensazioni. Le impressioni che il mondo esterno fa sui nostri sensi sono dai nervi propagate al midollo ed al cervello. Nel cervello, queste impressioni destano l'attenzione e la coscienza.

Gli stimoli che irritano i nervi, nella periferia del nostro corpo, sono avvertiti solo quando dai nervi vengano propagati al cervello.

Du Bois-Reymond scopriva che ogni azione nervosa, sia di movimento o di sensazione, è sempre accompagnata da una modificazione nella corrente elettrica del nervo. Nel momento del moto, della sensazione, la corrente, secondo le acute indagini di Du Bois-Reymond, subirebbe una diminuzione. Io trovai, più tardi, che ogni processo motorio nei nervi, in date circostanze, può essere accompagnato da un aumento della corrente propria del nervo (372).

Ma la corrente elettrica, da per tutto, occasiona una trasformazione chimica dei conduttori umidi per cui passa. La corrente elettrica giunge a decomporre l'acqua, vale a dire, quella combinazione in cui due dei più opposti elementi, l'ossigeno e l'idrogeno, sono intimamente collegati. Di conseguenza anche nei nervi deve aver luogo man mano una chimica tras-

Digitized by Google

formazione per la corrente elettrica. E ad ogni modificazione della corrente elettrica deve corrispondere una materiale modificazione nei nervi.

Il cervello è un insieme di nervi sensorii e motorii. Ogni processo di moto e di sensazione è accompagnato da diminuzione o da aumento della corrente propria del nervo, e quindi, da una trasformazione chimica della materia.

In una parola, i nervi trasmettono al cervello le materiali loro modificazioni, sotto forma di sensazione.

Le diverse forme di attività cerebrale propagano le loro modificazioni ai diversi movimenti del corpo. La commozione dell' animo signoreggia il diametro dei capillari del volto. Lo spavento ci impallidisce perchè allora i capillari delle guancie si ristringono e quindi vi portano minor copia di sangue. Allo inverso i capillari del volto si dilatano, se noi ci accendiamo di sdegno, od arrossiamo per la vergogna.

E l' occhio lampeggia di gioia perchè si riempie in più larga copia di umori. Dalla parte anteriore del globo dell' occhio più fortemente proteso e sporgente si riflette maggior luce e lo sguardo sfavilla. Per una analoga causa la pupilla dell' infante ti lampeggia sempre di una luce vivace e serena.

Nel fervore dell'allegria s'aumenta il numero delle pulsazioni, mentre all' inverso un improvviso spavento rallenta il polso e può, perfino, produrre una istantanea sospensione del battito cardiaco, cioè il deliquio.

Le commozioni alterano il latte delle madri. Il ricordo di una saporita vivanda aumenta la secrezione della saliva. Già gli antichi sapevano come nel

Digitized by Google

bollore delle passioni il fegato prende grandissima parte. L'ira produce stravasi biliari, od otturando i condotti biliari genera l'itterizia. La malinconia, i dolori, le gioie, la compassione aumentano la secrezione delle lagrime. E probabilmente niuno ha potuto tenere il suo primo discorso in pubblico, senza sentire, nell'aumentato stimolo vescicale ed intestinale, come le più sublimi commozioni dell'animo sono modificazioni materiali del corpo.

Noi finalmente, in seguito ad un grande sforzo intellettuale, ci sentiamo affamati e (come Davy e Bärensprung ci provarono) si aumenta in noi la produzione di calore (373); certo dunque ebbe luogo allora in noi, una più rapida riduzione organica.

La fame è un sicuro segnale dell'impoverimento del sangue e dei tessuti, dell'alterazione della materiale compage, che si propaga dai nervi al cervello sotto forma di sensazione. Quell'impoverimento ha luogo per una aumentata escrezione e specialmente per un aumento dell'acido carbonico espirato. Così si fa maggiore, puranco, la combustione del corpo. L'aumento del calore per l'esercizio del pensiero, prova e rafforza il nostro asserto che l'attività del cervello accresce il processo di riduzione. Il pensiero ci si mostra dunque un movimento della materia, che diversifica a seconda dell'attività cerebrale.

Ma le funzioni del cervello variano non solo secondo la diversa sua composizione, ma anche secondo la varia sua struttura. « Le funzioni intellettuali, « dice Liebig, stanno in rapporto colla massa del « cervello, come i movimenti sono in rapporto alla « massa dei muscoli » (370).

Digitized by Google

Sömmerring, il più celebre anatomico della Germania, scopriva quella legge importantissima che il cervello dell'uomo, per rapporto ai nervi cranici, supera il cervello d'ogni altro animale (374).

Gli emisferi del cervello, nella loro superficie, si dividono in numerose penisolette, più o meno prominenti, che sono fra loro distinte da varie solcature. Queste penisolette hanno un decorso irregolarmente tortuoso e, perciò, sono dette circonvoluzioni cerebrali. Nelle scimmie, anche in quelle che stanno più a noi vicine, per lo sviluppo intellettuale, queste circonvoluzioni sono più regolari, avendo, in ambedue gli emisferi, un contorno più simmetrico, e sono, oltracciò, meno numerose, che non siano negli uomini (Tiedemann).

Tra gli animali quelli che vivono in società, come le foche, gli elefanti, i cavalli, le renne, i buoi, le pecore ed i delfini, si distinguono per il numero maggiore e la minore regolarità delle cerebrali circonvoluzioni (Cuvier e Laurillard).

Ogni emisfero del cervello si divide in cinque lobi. Il mediano che sta più profondamente innicchiato è circondato da un lobo anteriore, da uno posteriore, da un superiore e da uno inferiore. L'anteriore sta nella regione frontale, il posteriore nell'occipitale, il superiore corrisponde all' osso parietale, l'inferiore ai temporali.

I quattro lobi che circondano il mediano posseggono ognuno tre circonvoluzioni principali (Gratiolet) (375).

Nell'uomo, nell'orang-outang, e nel chimpanzé trovansi delle circonvoluzioni anche nel lobo mediano,

Digitized by Google

ma nelle altre scimmie questo lobo è liscio. Gratiolet, a cui dobbiamo questi preziosi dati, si studiò, negli ultimi anni, di trovare esatte differenze tra il cervello degli uomini e quello delle scimmie più intelligenti. Egli rilevava che nell' uomo, come nella scimmia, oltre le principali circonvoluzioni, avvene alcune (da lui chiamate di *passaggio*) che dal lobo occipitale vanno verso il parietale. Nell'uomo due di queste circonvoluzioni sono grandi e superficiali. Esse riempiono completamente una solcatura perpendicolare che nelle scimmie distingue e divide il lobo posteriore dal superiore. Per questa particolarità il cervello dell' uomo diversifica da quello di tutte le scimmie (376).

Il cervello degli uomini si distingue pure da quello delle scimmie per la grandezza del suo lobo frontale. Quanto più si eleva la scimmia tanto più si sviluppa questo lobo. La sua grandezza invece vien meno in confronto del parietale e dell' occipitale, quanto più si discende nella scala delle scimmie (Gratiolet).

Il midollo spinale per mezzo del midollo allungato penetra nel cervello. Sopra il midollo allungato, tra il midollo ed il cervello, trovasi il cervelletto. Nell' uomo esso è completamente coperto dagli emisferi del cervello. Quanto più sublime sta un animale nella scala degli esseri, quanto più si avvicina nel suo sviluppo al tipo umano, tanto più completamente il cervello ricopre il cervelletto. Solo le scimmie antropomorfe però, il chimpanzé, l' orang-outang ed il gorilla, presentano, fra cervello e cervelletto, lo stesso rapporto che esiste nella specie umana. Già nelle scimmie più elevate un piccolo margine del cer-

Digitized by Google

velletto fa capolino al di sotto degli emisferi cerebrali, mentre gli altri animali, i nostri ruminanti, il bue, la capra, si allontanano, per questo riguardo, sempre più dall'uomo.

I grandi emisferi posseggono, da ciascun lato, una cavità, il così detto ventricolo laterale, che si continua nell'uomo in un corno posteriore terminante a fondo cieco, la cavità digitale. Questa cavità digitale, insieme al lobo occipitale, manca in tutti gli animali, le scimmie eccettuate. Il cervello del bue diversifica dunque assai nella sua struttura da quello degli uomini.

La legge, per cui il cervello è tanto più sviluppato quanto più gli emisferi del cervello si portano all' indietro ricoprendo il cervelletto, fu dimostrata pure da Tiedemann, col mezzo della storia embriologica del cervello. Il cervelletto nel feto, non prima del settimo mese, si trova coperto dal cervello (378). Già Leuret avea avvertito come lo sviluppo degli emisferi cerebrali in confronto del cervelletto abbia un' importanza maggiore delle circonvoluzioni. E Gratiolet annette più importanza alla grandezza dei lobi frontali, che non al numero ed alla irregolarità delle circonvoluzioni. Quindi, posto che in due animali gli emisferi del cervello si estendano in ugual misura sopra il cervelletto, che i lobi frontali sieno in ambedue ugualmente sviluppati, allora soltanto il numero e l'irregolarità delle circonvoluzioni serviranno come caratteri salienti e decisivi a determinare il vero grado dello sviluppo.

Le scimmie e specialmente i lemuri non posseggono circonvoluzioni, così ondulate, come l'elefante e la balena. Ma la forma generale del cervello che

Digitized by Google

ricopre più completamente il cervelletto, e la grandezza del lobo frontale avvicina assai più il cervello della scimmia a quello dell'uomo (Leuret) (379). Da ciò si vede assai bene che lo sviluppo del cervello umano non si deve subito e completamente giudicare sulla ricchezza ed irregolarità delle circonvoluzioni; ma queste si terranno a calcolo quando si tratta di due cervelli che abbiano sufficiente analogia nell' insieme della figura e nello sviluppo dei lobi anteriori. Il fatto che nei cretini si trovino alle volte cervelli provvisti di un numero grande di circonvoluzioni, non distrugge punto i rapporti prestabiliti tra la struttura del cervello e la forza del pensiero. Arrogi che, non di rado, delle degenerazioni interne del cervello annullano il vantaggio che ad esso potrebbe spettare dal lato delle circonvoluzioni.

Un piccolo cervello indica comunemente una debolezza d' intelletto od idiozia. E chi vide i ritratti di Vesalio e Galilei, di Shakespeare, di Hegel, Göthe e Cavour, di Foscolo e di Panizza, dev' essere convinto che una fronte alta e spaziosa, e quindi uno sviluppo maggiore del lobo frontale fa segno del grande pensatore. Nè noi potremmo rinnegare questa legge per ciò solo che trovansi cervelli provvisti di grandi lobi frontali e manchevoli in altre parti, come per esempio, nelle circonvoluzioni. Il vantaggio d'una parte, in tal caso, verrebbe a cessare per un difetto in altri punti del cervello, e quindi è possibile che l' alta fronte coincida con una povera intelligenza. Ricordiamo sempre la verità (che così spesso si dimentica grazie alla sua semplicità) che i singoli caratteri isolati delle strutture cerebrali hanno un signi-

Digitized by Google

ficato vero, solo a condizione che il loro sviluppo corrisponda a quello di tutti gli altri caratteri e di tutte le parti complessive dell'organo.

Ora non potrà più suscitare meraviglia il sentire che negli animali l'attività dell' intelletto va riducendosi a misura che si esportino gli emisferi del cervello dall'alto al basso. Si nutrirono artificialmente animali che per un anno intiero sopravvissero all'esportazione del loro cervello. La sanguificazione e la formazione dei tessuti continuava. Ma gli animali erano divenuti stupidi ed insensibili alle impressioni esterne. La coscienza era sparita.

Come noi possiamo vedere con un occhio, e sentire con un orecchio, così pure possiamo pensare con un lobo solo del nostro cervello. In parecchi individui si rinvennero delle degenerazioni di un emisfero, senza che le facoltà dell'intelletto loro fossero notevolmente alterate. Lo stesso si osservò negli animali, a cui si aveva esportato uno degli emisferi. Tuttavia la forza della consapevolezza loro ne soffrì detrimento. Quegli animali, infatti, si spaventano per. le più lievi cause. L'uomo che pensa con un solo emisfero resta più facilmente e più presto stanco, dopo l'esercizio intellettuale (379).

L'opinione espressa da Liebig, che le funzioni del cervello sono in rapporto colla sua massa, è confermata dalle indagini di Peacock. Secondo quest'ultimo, il cervello dell'uomo cresce di peso fino al 25.° anno; rimane stazionario fino al 50.° e diminuisce di nuovo nell' età più avanzata (190). Il cervello del vecchio ritiene assai di rado la forza dell' età virile e mai, forse, in misura completa.

Digitized by Google

Tutti sanno come Newton, divenuto vecchio e sentendo il bisogno di riposo, si occupasse delle rivelazioni di S. Giovanni e del profeta Daniello. L'Apocalisse! Qual futile trastullo nelle mani di chi scopriva le leggi della gravità! — Oh! la forza è, pure, come la materia, immortale!

Alcuni obbiettarono che nei pazzi non si rinvenne sempre un' alterazione veramente notevole del cervello. Ciò nulla conclude contro il rapporto tra cervello ed intelletto come non varrebbe punto contro le leggi del moto l'obbiettare che centinaia di dotti antichi e moderni non ebbero ad osservare mai il decorso delle stelle. Un' analisi chimica del cervello dei pazzi non fu che radissime volte tentata, e chi sa quanto sia avviluppata e complicata la composizione del cervello, chi sa come noi giungemmo appena ad una distinzione superficiale delle regioni di quell' organo, converrà meco non potersi giudicare sull' esame insufficiente di pochi casi, che il cervello dei pazzi sia stato mai regolare nella sua struttura e miscela. Le indagini di Bibra hanno dimostrato come non basti il pesare le quantità del grasso, dell'acqua e dei principî solidi del cervello e delle singole sue parti, quando giudicare si voglia della sua composizione negli alienati (380). A tal uopo è indispensabile un' analisi minuta che scomponga il cervello nelle sue singole parti e ne indaghi gli speciali principî, tutti, senza tralasciarne alcuno. E tuttavia si legge in Liebig: « Curioso è che molti « considerino le proprietà dell'ente incorporeo, con- « sapevole, pensante e senziente, come fossero una « semplice conseguenza dell'intima struttura e delle

Digitized by Google

« disposizioni molecolari del cervello. Eppure se stes-
« simo alle indagini chimiche, tra l'uomo ed il bue
« o qualsiasi altro animale inferiore, non troverebbesi
« la più piccola differenza nella composizione mole-
« colare del cervello (381). »

Il chimico non può, in verun modo, essere tacciato se il Liebig ignori che il cervello del bue differisce nella sua struttura essenzialmente da quello dell'uomo; ma ove il chimico osasse dettarci che la disposizione molecolare del cervello bovino è identica a quella dell'uomo, egli, colla penna, azzarderebbe asserire ciò che non può colla bilancia provare. Niuno ancora seppe determinare in qual preciso rapporto numerico stieno l'albumina, l'oleina, la margarina, la colesterina, il grasso fosforato ed i singoli sali nel cervello del bue e dell'uomo. Se si analizzerà minutamente il cervello di ambedue, vi troveremo certo differenze notevoli nella miscela, appunto perchè vi hanno differenze grandi nella loro struttura.

Queste linee erano scritte nel 1852. Dopo d'allora Bibra ha compito una serie di diligentissime indagini sulla composizione del cervello. Uno dei più utili corollarii di questi lavori è che la quantità di adipe contenuto in 100 parti del cervello diviene tanto più piccola, quanto più si discende nella scala degli animali.

Il cervello dell'uomo è più ricco d'adipe che non quello degli altri mammiferi; quello dei mammiferi ne abbonda più di quello degli uccelli.

Egli è vero che il bue si distingue per una quantità relativamente grande di adipe nel cervello, ma per contro la massa del suo cervello, in rapporto

Digitized by Google

al peso del corpo, è sei volte minore di quella del cervello umano (382).

La composizione di un organo del corpo può variare anche senza bisogno di adoperare diverse sostanze; basta che queste trovinsi fra loro in rapporti diversi. Siccome per esempio, l'acido solforoso è un corpo diverso dall'acido solforico perchè questo sopra una uguale quantità di solfo contiene più ossigeno dell'altro; siccome una tazza di caffè ti gusta diversamente al palato, secondo che tu vi metta dentro in soluzione uno ovvero due frammenti di zucchero d'ugual peso; così pure due cervelli divariano quando contengano la stessa albumina, lo stesso grasso fosforato, ma in quantità proporzionali differenti. L'esistenza, poi, di simili differenze proporzionali, è già constatata dalle analisi chimiche. Il cervello degli animali superiori si distingue per la maggiore ricchezza di grassi e, viceversa, il cervello del feto si distingue da quello dell'adulto per la minore copia dei medesimi grassi; anzi la quantità di questi cresce, passo a passo, dal neonato al fanciullo, dal fanciullo all' adulto (Schlossberger e Bibra) (383). Lassaigne trovò che il cervello del gatto e della capra conteneva minore copia di grassi fosforati di quello del cavallo. Secondo Nasse il cervello delle rane si distingue dagli altri animali per una grande ricchezza di sali e di albumina (384). Bibra, con minute analisi, riconfermò questi risultati (385).

Dopo ciò non ci maraviglieremo più se Liebig medesimo dovette confessare, « che tre uomini, i quali « si nutrano differentemente (per esempio, l' uno di « carne bovina e di pane, l'altro di pane, formaggio,

Digitized by Google

« e pesce, il terzo di sole patate), tratteranno in un « modo diverso l'uno dall'altro un problema che loro « venga sottoposto. L'azione del cervello si modifica « a seconda dei principii alimentari, soggiunge Lie- « big (386), nè certi alimenti potrebbero variarsi, in « contrasto alle leggi dell' istinto e della natura, senza « recare grande detrimento all'attività fisica e morale « dell' uomo » (387).

Tutto questo è assai naturale. Col variare della composizione, qui come dovunque, varia la forma e la forza. Se non chè, qui comincia a mostarcisi, in tutta evidenza, la strana e mala fortuna di questi teoremi; comechè molti dei nostri contemporanei, manchino del coraggio o dell'accorgimento neccessario per seguirli fino all'ultima loro logica conseguenza. Quanti allegri compagnoni hanno esperimentato la verità del biblico motto, « che il vino rallegra il cuore dell' uomo! » Quante volte non sentiamo noi dalla bocca dei dotti, degli artisti o delle donne, che un buon sorso di caffè, nel mattino, rinvigorisce lo spirito e lo rende più vivace e fecondo! Ma il giovialone, l'artista, la donna e più di tutti i dotti, ti faranno il viso dell'arme quando tu osassi ridurre ad una legge generale quelle loro asserzioni; e' sarebbero bene, anzi, capaci di rinnegarle, e disdirle, quando presentissero, che con quelle loro ingenue confessioni venivano a confermare l'assioma, secondo cui lo spirito è una proprietà della materia. Eppure quelle osservazioni, loro malgrado sfuggite di bocca, non possono, non devono andare perdute. Il fatto resta e regna.

Le impressioni sensorie sono la causa, l'occasione e la condizione necessaria di ogni giudizio.

Digitized by Google

Io dimostrai, nella seconda lettera, che noi non possiamo concepire nulla al di fuori dei rapporti in cui il mondo corporeo, materiale, si presenta ai nostri sensi. Tutte le cognizioni ci vennero dai sensi. Le idee innate non esistono.

La cosa, *per sè* stessa, *è identica* affatto, alla cosa presa in riguardo a noi; e ciò per la buona ragione che noi non sappiamo nè potremmo cogliere e conoscere nelle cose altri rapporti, da quelli in fuori che riguardano *noi* medesimi.

Noi non ci capacitiamo dell' esistenza dei corpi che per le impressioni prodotte sui nostri sensi. La frase che le cose esistono per sè nulla significa se non che esistono per le loro proprietà. Ma le loro proprietà sono appunto i rapporti coi nostri sensi, almeno in quanto a noi. Questi rapporti sono i loro essenziali caratteri.

Tutte le più grandi scoperte, tutti i capolavori ebbero sempre il primo impulso da una sensazione. Una lettera incisa sul legno cade sulla sabbia, e ne nasce la tipografia. Galileo vede oscillare una lampada nel duomo di Pisa; ei ne prosegue ed analizza il fenomeno, fino a che ritrova la legge del pendolo. Newton vede cadere un pomo da un albero nel suo giardino, e la legge della gravità è scoperta.

Questo caso si ripete tuttavolta che abbia luogo la scoperta d'un concetto veramente nuovo e non il rimaneggiamento di vecchi trovati.

Biot ha scritto: « Il matematico ha un'idea esatta « del circolo, quantunque nè l'arte nè la natura gli « abbiano potuto mostrare una linea circolare per- « fetta » (388). Ciò è verissimo, ma pure anche resta

Digitized by Google

il fatto certo che l'uomo non avrebbe potuto conoscere le proprietà del circolo se non dopo aver osservato una linea circolare tracciata sulla sabbia; solo, cioè, dopo un'impressione sensoria.

Si suole da alcuni obbiettare che i sensi non possano addentrarsi nell'essenza intima delle cose, ma costoro danno mostra di avere un'idea bene inesatta della essenza intima delle cose. Lasciamo libero campo agli idealisti di oscurare con frasi reboanti cotesta essenza dell'universo; essa pel naturalista non è altro e non può essere altro che la somma delle proprietà delle cose stesse.

Ogni proprietà è un rapporto coi sensi. Ma ogni impressione sensoria è un fenomeno di moto che si trasmette alla sostanza dei nervi sensori.

L'etere e le molecole solide d'un corpo oscillano e ne nasce quello che si dice raggio luminoso per il nostr'occhio. Le oscillazioni di una colonna d'aria, d'una corda di violino, o di una membrana tesa producono un suono. Noi sentiamo l'odore di quelle sostanze che in istato volatile sottilissimo si muovono sopra l'espansione dei nostri nervi olfattori. Il moto delle sostanze in dissoluzione agisce sui nostri nervi del gusto. Pressione o ruvidezza, durezza, calore, freddo sono condizioni della materia che sono avvertite, per mezzo del movimento, dai nervi tattili.

Molti credono che le impressioni sensorie acustiche ed ottiche sieno immateriali. Questa supposizione è erronea.

Noi vediamo una immagine colorata. La retina subisce l'impressione delle onde luminose. Perciò certe immagini si sviluppano in noi. Noi ci esercitiamo

Digitized by Google

poi alla vista dei grandi capolavori e raggiungiamo l'ideale del bello. Il bello non è un concetto nato e vestito, cui il nostro cerebro porti seco, venendo al mondo. Il bello non si immagina, si trova; ed esso viene appunto trovato da quei grandi artisti che a modo di Winckelmann covano dell'occhio e dell'orecchio i capilavori, come il naturalista fa delle piante e degli animali, approfondandone, cioè, ed analizzandone i caratteri e le proprietà.

La parola ci commove per via dei sensi. Se l'orecchio funziona, noi non possiamo non subire la potenza della parola, sia che essa ci persuada o c'irriti alla contraddizione. La parola è onnipotente, almeno quando il discorso si rivolge a persona che non abbia più bisogno dell'esercizio per comprenderne la concatenazione ed il significato. L'esercizio anche qui è sempre indispensabile come lo è per distinguere i toni, per riconoscere una voce od un istrumento in un coro od in una sinfonia. La nostra sensibilità può essere eccitata e dominata dall'arte musicale in ispecie col mezzo di ben addatti contrasti. La commozione del cervello indotta dall'accordo dei toni musicali che eccitavano il nervo acustico, giunge a strapparci le lagrime; essa si riflette in altre condizioni materiali del corpo. « La acustica « divenne sì perfetta, dice Liebig, dopo la grande « scoperta che l'armonia ed ogni tuono musicale ri- « sulta dal complesso di numeri determinati o deter- « minabili di oscillazioni delle particelle d'un medio « propagatore; le quali oscillazioni, lige alle leggi ge- « nerali del moto ondulatorio, fanno vibrare il cuore, « destando gioia, coraggio ed entusiasmo » (389).

Digitized by Google

Chi non sa che gli odori ridestano remiscenze?

Gli amanti della buona tavola conoscono quanta parte convien fare anche pel senso del gusto, per la nostra disposizione d'animo, e sanno che, pur troppo le vivande devono compensarci talvolta della noia che non di rado tien compagnia ai lunghi conviti. Se l'orecchio e l'occhio rimangono privi del godere, allora la lingua ne deve far le veci, ed acquista per forza maggior influenza nel conforto che proviamo. Le impressioni tattili destano desideri e voluttà.

Le impressioni sensorie e lo stato del cervello che da esse dipende, hanno sempre luogo per fenomeni di moto della materia, moto propagato per mezzo dei nervi di senso.

Il nostro giudizio è un giudizio dei sensi; esso si appoggia affatto sull'osservazione. Come tutte le cose esistono, in grazia dei rapporti che hanno fra di loro, così anche l'impressione che un oggetto fa su i nostri sensi è un carattere essenziale dell'oggetto stesso.

Con ciò non si vuole escludere la possibilità di illusioni sensorie; conciossiachè resti sempre costante l'esenzialissimo fatto, che l'illusione sensoria non viene corretta dall'intelletto, ma da un altro o dallo stesso organo dei sensi, da un'altra osservazione sensoria.

Io non vedo l'aria, non ne vedo l'ossigeno, nè il vapore acqueo, nè l'acido carbonico. Il profano dunque potrebbe dubitare della materialità dell'aria, dell'esistenza cioè materiale dell'ossigeno, dell'acqua e dell'acido carbonico che entrano nella sua composizione. Ma il ferro che sia esposto all'aria umida

Digitized by Google

irruginisce; si combina cioè coll'ossigeno e coll'acqua, diventa più pesante assumendosi il peso dell'acqua e dell'ossigeno con cui si combinò. La ruggine prova all'occhio del profano la presenza dell'ossigeno e dell'acqua nell'aria. Tutti sanno che il sale di cucina diviene umido esposto all'aria. Un esperimento chimico semplicissimo dimostra, come l'aria col suo acido carbonico intorbidi l'acqua di calce. L'acqua di calce accresce di peso per l'acido carbonico, ed il carbonato di calce che ne risulta, precipita al fondo.

L'acqua rifrange i raggi luminosi, altrimenti che l'aria non faccia; per esempio: voi ponete un soldo in una coppa; v'allontanate appena tanto che il soldo nascosto dalla parete del vaso non si veda più; or bene voi riempite di acqua quel recipiente e subito la moneta vi torna visibile, perchè l'acqua rifrange la luce più fortemente dell'aria. Questo spediente non poteva venirvi col mezzo di un'idea innata, ma solo col sussidio dell'esperienza e della osservazione. La rifrazione non poteva essere presagita dal cervello; il concetto della rifrazione venne scoperto, a poco a poco, dopo l'osservazione che l'acqua rendeva visibile il soldo, o dopo l'esame di simili fenomeni.

Due serie d'alberi piantati ad uguale distanza, e le rotaie delle strade ferrate, sembrano convergere, a chi da lontano ne osserva la direzione. Noi in una certa distanza giudichiamo della grandezza di un oggetto dall'angolo formato da due linee tirate dai punti più esterni del corpo luminoso fino al centro ottico dell'occhio. Se il corpo che noi osserviamo

Digitized by Google

resta ugualmente grande, l'angolo visuale diviene tanto più piccolo quanto più l'oggetto sia lontano. Per ciò in un lungo salone il tetto ci sembra s'abbassi e il terreno s'elevi verso il limite opposto al luogo dove noi stiamo; e un'alta torre sembra inclinarsi verso chi l'osservi dalla base. Ma noi con l'osservazione verifichiamo che gli alberi e le rotaie rimangono egualmente distanti, che la sala resta sempre egualmente alta, e che la torre non s'inclina.

Così il bimbo tasteggiando ed afferrando gli oggetti apprende le distanze. Fatta quest'osservazione e ripetuta mille volte, ne deriva una regola generale che poi ci guida senza aver d'uopo di nuove misure per ogni singolo caso.

Dal principio esso non distingue la direzione da cui viene il suono. E l'esercizio, ancora, gli apprende a distinguere le differenze più delicate dei toni, dei colori, e delle misure.

Un senso completa e rettifica l'altro. Chi abbia ingollato varie tazze di vino non sa più distinguere con sicurezza, ad occhi chiusi, un vino bianco da un rosso; ma, aperto l'occhio, la lingua verifica subito la differenza.

La combinazione delle testimonianze sensorie, il vicendevole completarsi dei sensi e delle osservazioni eseguite, con mezzi svariati, ed in varie circostanze, e sopratutto, poi, l'esercizio dei sensi, ci dà in mano il retto giudizio. La completa osservazione sensoria consiste nell'abbracciare e comprendere, col mezzo di sensi sviluppati ed esercitati, la somma di tutte le proprietà di una cosa. La somma di tutte le proprietà è l'essenza delle cose.

Digitized by Google

Le singole proprietà di un corpo non sono indipendenti le une dalle altre; anzi ciascuna di queste proprietà è legata necessariamente con tutte le altre; noi lo notammo già parlando del reciproco rapporto che hanno fra loro la composizione, la forma e la forza.

In grazia di questa necessaria combinazione delle proprietà, la cui somma costituisce il corpo, noi riesciamo a formulare un'espressione generale, precisa, per le cose del mondo esterno.

Così, per esempio, esiste un corpo solubile nell'acqua che si combina cogli acidi formando dei sali, anch'essi solubili nell'acqua, un corpo, il quale, trattato col deutocloruro di platino dà un precipitato giallo, e coll'acido tartarico dà un precipitato bianco cristallino, un corpo che esposto alla fiamma dell'alcoole, le comunica un colore violetto. La somma di tutte queste proprietà viene dal chimico chiamata *potassa*; con questo nome egli giunge ad un concetto generale, che gli ricorda, senz'altro, tutta una schiera di singole osservazioni.

E qui si basa tutta quanta la bisogna della storia naturale descrittiva. Noi, per esempio, ci abbattiamo in due animali che si assomigliano in quasi tutti i caratteri ma differiscono in una proprietà meno saliente. Ecco che voi ne formate due specie. Si conosce un rinoceronte indiano ed uno di Java; ambedue si distinguono per un corno solo impiantato sopra i tegumenti dell'ossa nasali. Ma il rinoceronte indiano ha una pelle liscia, mentre nella specie di Java essa è scabrosa. In grazia dell'accordo di tutte le altre proprietà, voi riunite ambedue le specie in un genere.

Digitized by Google

Il concetto del genere, in questo caso, è la somma di un certo numero di osservazioni, le quali astraendo dalla pelle, tengono conto dei denti, delle dita e dell'escrescenza nasale. Il rinoceronte ha comune col tapiro e coll'hirace il carattere d'avere sette denti molari per ogni lato di ambe le mascelle e di mancare di cistifellea. Ebbene il tapiro, il rinoceronte e l'hirace vengono riuniti in una famiglia. Per l'accordo di alcuni altri caratteri tra questa ed altre famiglie si stabiliva l'ordine dei pachidermi, ai quali appartengono l'elefante, il porco e l'ippopotamo. E come tutte queste famiglie hanno con moltissime altre comuni le proprietà di partorire esseri vivi i quali trovano nelle mammelle materne il primo alimento, noi ci eleviamo al concetto, ancor più generale, della classe mammiferi.

Il concetto non è altro che la somma di caratteri comuni il cui numero determina la grandezza ed i limiti del concetto. Quanto minori caratteri compongono il concetto, tanto più numerosi sono i singoli corpi che cadono entro il suo dominio. Se le proprietà analoghe la cui somma forma il concetto, siano molto numerose, allora il concetto si restringe. Così si hanno i concetti vasti o limitati.

Per questa via si son formati tutti i concetti, anche i più astratti. Noi chiamiamo forza tutto ciò che genera moto nella materia, solo che la formazione di simili concetti non ha alcun valore se essi non abbracciano il mondo reale dei fenomeni.

Spesso noi sentiamo dirci che il concetto astratto sia un parto dell'intelligenza, che esso, come tale, non fa parte dei fenomeni, ma chi crede a ciò, ha

Digitized by Google

un' idea sì poco chiara dell' origine del concetto, come è confusa l' idea del naturalista che vaneggia sull'essenza intima delle cose. Basta ritenere che il concetto è dato dalla somma dei caratteri comuni a più cose, per liberarsi una volta dalle vane fantasticherie e comprendere come il concetto sia in ogni caso materialmente attivo.

Io riesco al concetto generale della materia quando io la spoglio da tutte le proprietà per le quali una sostanza differisce dall' altre. Mi restano alfine tre proprietà inseparabili. La materia è pesante, la materia occupa spazio, e la materia è capace di moto. Senza queste proprietà la materia non esiste. Ma tutti i corpi possiedono questi caratteri. Io non posso dire che una materia presa in astratto non esista, dovrei meglio dire essa esiste dovunque.

Dopo che riescimmo a riconoscere la somma delle proprietà d'una cosa nella loro necessaria combinazione, noi possiamo indovinare da poche proprietà conosciute anche quelle che a prima vista sono ignote.

Un chimico trova una sostanza che trattata coll'acido tartarico dà un precipitato bianco cristallino, il quale aderisce alle pareti della provetta in aghi corti e spessi, una sostanza che, inoltre, precipita in cristalli giallognoli, se venga trattata col deutocloruro di platino, ed egli sa subito che ha dinanzi della potassa. Egli sa senz'altro che quella sostanza dev'essere solubile nell'acqua, deve avere affinità per gli acidi, deve formare con tutti gli acidi inorganici sali facilmente solubili, deve comunicare alla fiamma dell'alcool un colore violetto. Insomma, il chimico può da due o tre proprietà dedurre l' esistenza di

Digitized by Google

moltissime altre che s'accompagnano di necessità a quelle.

Tutta la teoria dei reattivi chimici si basa su questa serie di conclusioni, essa presume la conoscenza della necessaria combinazione delle singole proprietà, la permanenza del concetto generale. Si chiama caratteristico quel reagente che renda evidente una proprietà, la quale permette di concludere con sicurezza alla esistenza delle altre.

La chimica che non si tratti come un mestiere, riesce un maneggio profondo ed arguto della logica. La chimica può vantarsi, al pari della matematica, di poter formare una stupenda scuola del pensiero, una scuola di cui il parziale idealista potrebbe arrossire.

Alcune ossa di un animale prediluviano e che non appartiene più agli abitatori di questo mondo, bastano a Cuvier per concludere sulla struttura tutta dell'animale. Cuvier ci apprese a riconoscere nell'osso un'espressione empirica della legge di forma che ci dà la chiave per le altre parti del corpo.

Ma pure erra chi deduce da ciò che la legge crei la forma, che il corpo sia creato dall'idea. All'opposto la legge si deriva dalle forme empiricamente osservate.

La legge è l'espressione più breve e generale dell'accordo di più migliaia di annotazioni. La legge ha solo un valore storico. Essa interpreta il fenomeno, raccoglie in una breve formola l'avvicendarsi dei fenomeni, collega e riassume in una parola la somma delle proprietà, ma essa non li governa. La legge non fu pensata mai prima dei fenomeni, essa fu scoperta anzi nello stesso fenomeno.

Quanto meglio noi riesciamo a leggere nel mondo

Digitized by Google

corporeo, nella natura e nei capolavori dell'arte, tanto più s'arrichiscono i nostri pensieri. Poichè il pensiero è l'espressione viva della legge.

Quando noi scrutiamo il mondo che s'apre ai nostri sensi, sentiamo in noi medesimi la generazione delle idee. Certo colui che ignora, con Liebig (390), d'onde nascono le idee, è ancora sui primi passi del suo pensiero. E si comprende assai bene come si possa, una volta, conchiudere con Liebig « che l'aiuto della « scintilla di Dio, sostenuta dalla religione e dalla « morale, sia il fondamento di ogni perfezionarsi « dell'intelletto, » eppure un'altra volta, collo stesso Liebig, lagnarsi « che l'istinto d'una pecora e di « un bue spesso manifesti più sapienza che non i « concepimenti di quella creatura che si considera « come il prototipo della ragione e della virtù » (391).

Giudizi, concetti, deduzioni, riempiono tutta la somma del nostro pensare. Le deduzioni si ottengono dal concetto, i concetti dal giudizio, il giudizio dall'osservazione dei sensi. Ma l'osservazione dei sensi è la sintesi dell'impressione indotta da un movimento materiale dei nostri nervi, che da essi è trasmesso al cervello.

Il pensiero è dunque un movimento della materia.

Ben dunque disse Carlo Vogt: « ogni naturalista, « ogni fisico, deve, dopo matura considerazione, ac- « cordarci che tutte quelle proprietà, che noi chia- « miamo attività psichiche sono funzioni della so- « stanza cerebrale o, per esprimermi alquanto gros- « solanemente, che i pensieri si comportano col « cervello come l'orina coi reni, la bile col fe- « gato » (392). Questo paragone è incontrovertibile,

Digitized by Google

ove si pensi da quale punto di vista esso fu preso. Il cervello è così indispensabile per la elaborazione del pensiero, come lo è il fegato per la produzione della bile, e il rene per la escrezione dell'urina. Il pensiero non è, tuttavia, un fluido nè un liquido, come non l'è il calore nè il suono. Il pensiero è un moto, una trasposizione della sostanza del cervello. La facoltà di pensare è una proprietà tanto necessaria ed inseparabile del cervello, come la forza è una proprietà inerente alla materia. Egli è così impossibile che un cervello sano non pensi, come è impossibile che il pensiero s'origini da altra sostanza che la cerebrale non sia.

I nostri pensieri, le nostre emozioni e le nostre passioni s'organano e si alimentano per le impressioni sensorie. Una volta un fanatico propose di sostituire alla pena di morte quella della reclusione del reo con le orecchie turate, in un carcere oscuro, solitario. Sarebbe questa, di certo, la tortura più crudele che un uomo, avido di perseguitare il suo simile, possa immaginare. Isolamento e privazione dei sensi vuol dire morte dura e terribile dell'intelletto.

Digitized by Google

LETTERA XIX.

La volontà.

Se gettando uno sguardo sul mondo vegetabile vi venga fatto notare l'aspetto svariatissimo delle foglie; ora, per esempio, rotonde, ed ora ovali, ora integre ed ora dentellate, subito, voi attribuite quelle tali particolari forme al diverso sviluppo della pianta, dal quale la forma deriva per effetto immediato, necessario, indipendente da ogni qualunque volontà.

Ma se voi poi osserviate un' ape ricoprire i suoi ovicini con le fogliuzze della rosa, mentre un' altra ape preferisce i petali del papavero; se voi sentite che ogni specie, quasi, di ragno ha la sua tela particolare, che il *criceto scandinavo* raggruzzola in una sola buca le sue provviste, mentre il criceto volgare si scava una tana da più cellette — voi, allora attribuite quegli atti ad una legge di istinto, e qui ancora vi vien fatto di architettare una connessione fra la causa e l'effetto, che già ispirò l'idea bizzarra di dare un primato agli animali, in confronto dell'uomo, per ciò che l'istinto li premunisca contro il deviare dalle orme della natura.

L'uomo supera l'animale perchè conosce la legge dell' istinto. « La conoscenza di questa legge, dice,

Digitized by Google

« Liebig, eleva l'uomo al disopra degli esseri irra-
« gionevoli; e nella soddisfazione dei suoi fisici bi-
« sogni, essa gli porge un aiuto inutile per gli ani-
« mali, il cui istinto non è contrariato, mai, dalla
« volontà pervertita, nè dallo stimolo dei sensi » (393).
E spesso sentiamo vantare quella stessa volontà pervertita, come dote sublime, da cui derivino tutti i vantaggi morali, tutto quanto è sacro per l'uomo.

Tuttavia molti ancora concedono che le infime gradazioni della volontà sono comuni all'uomo ed agli animali, e già da gran tempo si accarezzava l'opinione, che tutta la differenza tra pianta ed animale stesse nel moto volontario. Con questo modo di vedere gli uomini si distinguerebbono dagli altri animali soltanto per un certo maggiore grado di coscienza.

Se non che, è lecito domandare cosa sia mai questa *coscienza* del *proprio io* (come la chiamano le scuole), che eleverebbe l'uomo a re della terra?

Dei moti materiali nei nervi, che si accompagnino a correnti elettriche, essendo avvertiti dal cervello, diventano sensazioni. Tutta la coscienza consiste, *infine*, in queste sensazioni.

Nelle scuole, le teorie sul pensiero riescono tanto impastoiate e confuse, perchè le scuole ignorano che l'origine dei giudizi e dei concetti si deve cercare nel campo della fresca e positiva realtà.

Esse, invece continuano ad inculcare, senza posa, ai discepoli ch' essi debbono torcere lo sguardo dal mondo reale, isolare il loro pensiero dalla materia e formarsi, così, dei concetti astratti, finchè, il povero loro cervello così torturato, finisce col moversi come in un mondo di ombre e di fantasme.

Digitized by Google

Ugualmente va la bisogna con le opinioni che corrono per le scuole intorno alla coscienza. Guai al povero discepolo che volesse credere all'esistenza di un rapporto semplice tra *coscienza* e mondo esterno. L'uomo, gli susurrano, può opporre il proprio *io* alle esterne apparenze, come quello che le conosce e considera; in ciò, appunto, sta la coscienza del proprio io, questa coscienza che eleva e nobilita l'uomo sopra tutti gli animali.

Tutto ciò sarebbe ancora abbastanza chiaro; se non che, la chiarezza c'è solo per fisima. Ed ora ti vengono subito fuora con quel contrasto tra l'*io* e la *cosa per sè* a cui acciondolano ed addentellano tutti i vecchi ciarpami delle più astruse terminologie.

E così, ahi! troppo spesso, riescono al triste scopo di trasformare un concetto chiaro in un sacro mistero, o, per parlare meglio, il povero scolaro

> Da tutto questo sì stordito resta
> Quasi un molino gli frullasse in testa,
> . . . . . .
> Ed occhi e udito e fin su quelli scanni
> Egli smarrisce del pensiero i vanni.

Tutta la bisogna è chiara come il sole, quando non la si voglia oscurare a bella posta. La cosa, per sè, esiste solo con le sue proprietà, per le sue proprietà, pei suoi rapporti colle altre cose, per le impressioni che suscita nei nostri sensi. Un uomo che pensa, riassume la somma delle sue sensazioni, come la cosa che noi osserviamo corrisponde alla somma delle sue proprietà.

Quindi è che la conoscenza dell'uomo è limitata dai sensi. Ma questi limiti circoscrivono la cosa, ap-

Digitized by Google

punto perchè la cosa si misura sempre colla stessa stregua. Altri esseri troveranno forse altre somme, ma l'uomo non si preoccupa, ed a buon diritto, della nozione che possa passare per il capo di un abitatore della luna o pel ganglio cerebrale d'un insetto. L'uomo può dire, a buon diritto: la cosa per sè è la cosa per me.

La sensazione presuppone apertamente un rapporto dei nostri organi sensori colle cose; anzi essa è appunto un rapporto dei sensi colle cose. Quindi è vero che noi opponiamo il nostro *io* alle cose esterne.

La coscienza del proprio io non è dunque altro che la capacità di sentire i rapporti delle cose con noi.

Quanto maggior numero di impressioni furono subite dai nostri nervi di senso, o quanto più noi abbiamo udito e sentito, osservato e giudicato, compreso e ragionato, quanto più ricco sarà il nostro pensiero, tanto più vivace riescirà il contrasto tra l'*io* e la cosa al di fuori di noi.

L'esercizio eleva la coscienza. La coscienza cresce con la conoscenza. E quanto più acuta va individuandosi l'osservazione sensoria, tanto più la coscienza acquista il valore di un'individualità particolare e definita.

Quindi lo sviluppo della coscienza va legato strettamente collo sviluppo del pensiero. Noi lo vediamo nella serie degli animali e nelle varie età dell'uomo. Il bimbo nei primi mesi vive quasi inconscio di sè, senza memoria del suo stato e delle cose che agiscano sopra di lui. Nei bruti la coscienza non differisce dall'umana per qualità, ma solo per gradazioni.

Digitized by Google

Questa differenza può essere smisuratamente grande e può anche, pur troppo, essere assai piccola.

Pure troverannosi sempre dei dotti, i quali, come scriveva Condorcet dei baccalari del secolo di Voltaire, tremano che, abbattute le idee innate, scemi troppo la differenza tra l'anima loro e quella degli animali (394).

D'uopo è che l'azione si ripeta, ed assai, per ritenere la sensazione con coscienza netta e distinta. Ma, pur sempre, la coscienza si identifica alla sensazione. Noi neghiamo all'animale la coscienza quando egli non ha più la facoltà di sentire.

Dunque la coscienza ci si manifesta anch'essa come una proprietà della materia.

La coscienza ha la sua sede, solo, nel cervello, perchè solo nel cervello la sensazione è avvertita e percepita. La coscienza manca, se il cervello non riceva più sangue, o se una congestione di sangue venoso inceppi la sua attività.

Animali ed uomini, decapitati, non hanno coscienza, nè sensazione, sebbene possano eseguire ancora dopo la decapitazione parecchi movimenti.

Jobert de Lamballe fece un'osservazione istruttiva su una ragazza ventenne a cui il midollo spinale si era paralizzato per tutto il suo decorso, in seguito ad una compressione della sua parte superiore. Ogni moto, ogni sensibilità tattile era completamente perduta nel tronco e nelle membra di quell'infelice. Pure rimanevale ancora la coscienza. Dapprima la ragazza poteva susurrare sì e no; poco dopo nol potè più, benchè facesse, colle labbra, i moti di chi parla. La infelice morì dopo mezz'ora (395).

Digitized by Google

Può dunque darsi paralisi di tutto il midollo, senza che ne soffra la coscienza.

Dal cervello e dal midollo spinale diramansi dei fasci nervosi che nei loro punti di origine contengono soltanto, o fibre di senso, o fibre di moto. Nelle parti centrali del sistema nervoso, cioè nel cervello e nel midollo spinale, come pure in alcuni tronchi nervosi posti ad una certa distanza dai centri, queste fibre di senso e di moto s'intrecciano strettamente insieme.

Le impressioni che suscitano una sensazione sono portate dalla periferia del corpo al midollo ed al cervello. Le fibre di senso conducono le impressioni ricevute, in via centripeta, verso i centri nervosi.

In questi centri lo stimolo, subìto da una fibra di senso, si trasmette alla fibra di moto. Quest'ultima propaga la sua materiale modificazione alla periferia del corpo, nei muscoli, dando luogo all'accorciamento, alla contrazione della fibra muscolare, e per ciò si dice che le fibre di moto conducono le loro modificazioni in via centrifuga.

Dunque la modificazione che si propaga dal centro alla periferia si dice diretta o centrifuga, mentre inversa o centripeta si dice quella che va dalla periferia al centro. La prima durante la vita sarebbe solitamente propria delle fibre di moto e la seconda delle fibre sensorie; tuttavia le esperienze di Du Bois-Reymond resero probabile che la propagazione possa essere bilaterale tanto per le fibre di senso, come per quelle di moto (396).

Se una fibra di senso sia irritata alla periferia del corpo, l'irritamento si propaga nelle parti interne del sistema nervoso come una modificazione materiale.

Digitized by Google

E qui ha luogo o l'uno o l'altro di questi due casi. O lo stimolo veniva trasmesso fino al cervello sotto forma di sensazione, e noi, allora, ne saremo fatti accorti. O quella mutazione materiale si propagò fino al midollo ed al cervello, senza però destare sensazione, senza che noi, cioè, ne abbiamo coscienza.

In ambidue i casi lo stimolo dalle fibre di senso può trasmettersi alle fibre di moto.

Il moto si chiama volontario, quando noi avvertimmo l'impressione del cervello prima che il moto si compia. Ma se, invece, la trasmissione del moto dalla fibra sensoria alla motoria accada, senza che lo stimolo sia avvertito come sensazione, allora noi chiamiamo quel moto *riflesso*.

Noi riscontriamo, ad esempio, un amico; la sua immagine modifica la corrente elettrica nella retina dell'occhio; la modificazione materiale si propaga al cervello, e noi lo salutiamo, dopo avere avvertito la sua presenza, per un moto, dunque, volontario.

Per contro, immaginiamoci d'essere in mezzo ad una società, raccolta intorno ad un tavolo; entra un messere che conosce un membro della compagnia e lo saluta, questo risponde al saluto con un gesto spiccato; ed ecco, involontariamente, senza averne coscienza, voi incominciate a salutarlo con analoghi gesti. Questo sarebbe un moto reflesso, involontario.

Ambedue le specie di moto, tuttavia, sono per nulla nettamente distinte. Alla luce, il foro pupillare si restringe, mentre all'oscuro si dilata. Se noi solletichiamo qualcuno, che dorma, il vediamo eseguire dei moti senza ch'egli si risvegli. Un forte scoppio

Digitized by Google

spaventa l'addormentato che si ridesta sovente, senza ricordare che il rumore lo abbia svegliato. Tutti questi sono moti involontarii, compiti prima che la luce o le tenebre, il solletico od il rumore fossero avvertiti, come sensazioni. Ma si contano anche, come *moti riflessi*, gli starnuti, che noi eseguiamo quando di un tratto ci esponiamo alla luce del sole; le contrazioni delle palpebre, quando cada dentro nell'occhio qualche insetto o qualche grano di sabbia; il riso cui ci provoca il solletico quando siamo svegliati. E tutti questi sono veri stadi di passaggio al moto volontario e spontaneo. Noi avvertiamo sovente l'impressione della luce solare e l'azione irritante della mosca e del solletico, prima d'essere costretti a starnutare, ad ammiccar gli occhi, od a ridere. Quanto più improvviso ed inaspettato sia il solletico, tanto più sicuramente esso provoca il riso, tanto più sicuramente adunque accade la trasmissione alle fibre nervose di moto che si diffondono nei muscoli impegnati nell'atto del ridere.

Quest'ultimo fenomeno può comprendersi in una formola generale. In tutti i casi lo stimolo delle fibre di senso, si trasmette tanto più facilmente alle fibre di moto, quanto più sia depressa e manchevole la coscienza, l'avvertimento, cioè, di quella tale sensazione. Perciò i bimbi perdono più facilmente le loro orine di notte che di giorno; perciò anche negli uomini sono più frequenti durante la notte le polluzioni involontarie. E noi provochiamo assai più facilmente i moti riflessi negli animali decapitati, che non in quelli i quali, avendo il cervello, serbano coscienza. Le rane decapitate, spiccano salti sul ta-

Digitized by Google

volo, e portate in un recipiente pieno d'acqua, spesso si aggrappano sull'orlo del vaso; ed i brani d'anguilla balzellano fuori dalla tegghia.

Tra i movimenti detti volontari ed i riflessi, tutta la differenza sta nelle gradazioni, cioè, in un caso, lo stimolo che dava luogo al movimento venne avvertito o molto o poco, o alla fin fine non venne punto avvertito.

Noi avvertiamo lo stimolo non già perchè esso venga trasmesso dalle fibre di senso a quelle di moto e quindi dia origini a movimento, ma sì bene perchè la fibra di senso trasmette l'impressione fino al cervello, fino al luogo delle percezioni, *con bastevole energia.*

Quando la trasmissione fu percepita chiaramente, noi chiamiamo volontario il movimento.

Ma questo moto si accompagna, al pari dell'altro, ad una modificazione della corrente elettrica nei muscoli e nei nervi. Du Bois-Reymond provava che ad ogni contrazione del braccio si ha una corrente elettrica che dalla mano si dirige verso la spalla. Di solito questa corrente elettrica è più forte nel braccio destro che nel sinistro (397).

La corrente elettrica che devia l'ago magnetico e la sua modificazione, sono prodotte da una materiale condizione dei nervi, e questa viene provocata dallo stimolo dell'impressione sensoria. Senza una simile modificazione nel sistema nervoso, ed appunto nel cervello, non può aver luogo un moto volontario.

Questa modificazione ebbe tuttavia origine dal mondo esterno.

La modificazione è proporzionata esattamente allo

Digitized by Google

stimolo che qui agisce come causa. Quindi il movimento non può dirsi un effetto di una libera volontà.

La volontà è piuttosto l'espressione necessaria di una particolare condizione del cervello, occasionata dalle esterne influenze.

Una libera volontà, un atto volitivo indipendente da quelle influenze che agiscono ad ogni istante sull'uomo, non esiste giammai.

Io portai, a bella posta, una dimostrazione diretta, senza voler rendere più facile il mio compito coll'allegare analogie plausibili. Ora voglio provare come ogni obbiezione debba cedere il passo alla giustezza di quella dimostrazione; voglio spuntare le armi dei paurosi, e far vedere come io nulla propriamente di nuovo pretesi di insegnare con questi miei temi; solo diedi la veste e la espressione ad una convinzione che più o meno chiaramente, più o meno volontieri è condivisa da tutti gli uomini colti.

Il più degli uomini riescono difficilmente a farsi un'idea chiara della necessità naturale, donde derivano la loro esistenza e le loro azioni, perchè essi non considerano che ogni impressione prodotta nell'occhio e nell'orecchio è un'azione materiale, un fenomeno di moto, cioè, a cui tengono dietro materiali modificazioni; perchè essi non s'accorgono che ogni sorso d'acqua, ogni imboccata di cibo modifica il sangue e quindi i nervi, che ogni corrente d'aria ed ogni cambiamento dell'atmosfera agisce sui nervi cutanei, e quest'azione si trasmette fino al cervello.

Un amico che ci saluti ed abbracci, che partecipi al nostro dolore od alla nostra gioia, che per il suo intimo discorrere influisca sui nostri giudizi, comanda

Digitized by Google

al nostro cervello e ai nostri nervi. Il bimbo balbuziente, invece, comprende appena il tono della parola, anzi, dapprincipio, non comprende nemmeno questo, e ride e s'allegra, così per una voce seria e triste, come per una scherzosa. A poco a poco egli apprende a combinare le parole in modo che ne risulti un'immagine, e la modificazione materiale dei suoi nervi allora si propaga al cervello così che esso vien costretto a giudicare e concludere.

Noi leggiamo un buon libro. La meditazione sopra qualche passo importante, è un effetto così necessario dell'impressione fatta sull'occhio, come l'emozione e la pietà che proviamo nel sentire la descrizione di una sublime sventura. Quindi è che noi non pensiamo per un atto volontario, noi siamo rimorchiati, a poco a poco, dai sensi a pensare. Il fanciullo deve aver veduto e sentito molto prima che egli riesca a paragonare e combinare le singole impressioni in un giudizio. Solo più tardi egli giunge ad abbracciare due o più giudizii in un concetto; e da ultimo poi riesce a concludere, combinando i concetti.

Innanzi alle belle prospettive noi ci sentiamo commossi. Quando l'impressione è grandiosa, quando un povero abitatore delle paludi ascende le vette alpine, egli è rapito a sè stesso e per ore intiere dimentica tutti i rapporti col mondo esterno. La commozione è un effetto necessario e al tutto proporzionale di un'impressione sensoria. Neanche il poeta può comandare al proprio estro nè creare quando il vuole.

Una musica ci desta entusiasmo; la vaniglia, le uova, il vin caldo, risvegliano desideri voluttuosi; un cielo fosco ed annuvolato, un'aria umida e grossa ci accascia, ci toglie ogni alacrità pel lavoro.

Digitized by Google

E quando mai siamo noi liberi dall'influenza dell'impressioni incessanti, che intorno ci si affollano, impressioni che si riducono a movimenti materiali? Quanto spesso non accad'egli che queste azioni ed influenze si addentellino grado grado per sì lievi panneggiature che noi non riesciamo ad avvertire la speciale circostanza che fu causa del nostro agire e, come freccia scoccata dall'arco, si muove e va lungi lungi fino alla meta!

Nell'inverno, nei temporali, negli alti monti, l'aria ci rinfresca, ma nell'inverno e negli alti monti l'ossigeno si move altrimenti che non nelle vallate e all'afa dell'estate. Schönbein chiama attivo quest'ossigeno eccitato e lo trovò più abbondante nell'inverno. nei monti e dopo che un'uragano DEPURAVA l'aria, Questa penultima parola fu da lui trovata potersi usare proprio letteralmente, poichè quell'ossigeno, reso più vivace dalla luce, distrugge le combinazioni organiche che guastano, come veleni volatili, l'aria che respiriamo; e quanto più abbondante ei vi si rinvenga, tanto più completamente esso riesce a neutralizzarle.

I cadaveri in putrefazione appestano l'aria. Noi lo rimarchiamo quando entriamo nell'aria greve e puzzolente d'una di quelle chiese, che da poco tempo abbiano servito da luogo di sepoltura. Il naso non avverte l'odore fradicio, in una città, che contenga cimiteri entro la cerchia delle sue mura. Ma queste stesse sostanze, che noi avvertiamo coll'odorato, quando sono in gran copia, penetrano pure, egualmente nell'aria e nell'acqua, quantunque non si trovino in proporzione abbastanza forte per generare un puzzo.

Digitized by Google

Esse manifestano la loro inevitabile azione nei nostri corpi, essendochè avvelenano nell'aria e nell'acqua i più indispensabili elementi della vita, poichè ciò che appesta l'aria allorchè è in grande quantità, non cessa di guastarla anche quando, per la minor dose, resti inavvertito dall'olfatto.

Niuno può precisare, quante volte s'ingenerarono febbri putride nei calori estivi, in seguito alle emanazioni dei cimiteri, e niuno può con sicurezza opporre obbiezioni a chi affermasse che i cimiteri, collocati entro la città, vi deprimono il pensiero. Anche oggidì a Magonza, una parte della città che è sulla collina, si chiama *aria d'oro*, perchè nell'anno 1666 restò immune dalla peste.

Noi fino dalla concezione nuotiamo in un mare di materie circolanti, d'influenze molteplici, e già il neonato è una risultante di numerose cause di oscillazioni continue della materia; cosicchè egli porta, venendo al mondo, non già idee innate, ma disposizioni e talenti cui molte generazioni han preparato ed elaborato. Il bisavolo, l'avo, il padre di Vesalio erano stati medici distintissimi, ed anche il fratello del grande anatomico aveva una tendenza così invincibile per le scienze naturali, che tutti gli sforzi de' suoi parenti non riescirono a fargli apprendere la scienza del diritto (398).

Riehl nel suo prezioso volume *Sulla società civile*, si diede cura di ricercare l'albero gentilizio di Sebastiano Bach. E gli venne appunto fatto di ritrovargli una lunga gloriosa schiera di antenati, l'uno più dell'altro distinto nell'arte; e quindi, a buon diritto, attribuiva all'eredità una buona parte delle doti di

Digitized by Google

quel raro uomo (399). Quanti esempi simili non si trovano, tuttodì, e si potrebbero, volendo, citare!

Così l'uomo è la somma de' suoi parenti, della sua nutrice, del luogo, della storia, dell'aria e dell'acqua, del suono e della luce, del cibo e del vestiario, la sua volontà è l'effetto necessario di tutte quelle cause, legato ad una legge di natura, come il pianeta lo è alla sua orbita e la pianta al suo terreno.

Se qualcuno ci parla e noi gli rispondiamo, se un dolore ci colpisce cosicchè ci sia forza gridare, quella parola che noi pronunciamo, quel grido che ci scappa dal petto, fu originato per necessità dalla domanda e dal dolore. Ma anche se noi non rispondessimo, se ci venisse fatto di reprimere il grido, l'azione sarebbe sempre in relazione con la causa che la provocava.

Ben erra di molto chi crede che noi possiamo, a nostra voglia, sopportare in pace il dolore o reagirvi con movimenti. Noi ci mordicchiamo le labbra, contorciamo la faccia, pestiamo il terreno coi piedi, innarchiamo le ciglia, ci lamentiamo, strilliamo, oppure ci componiamo tranquillamente, sempre a seconda della vivacità del dolore, ed a seconda del grado d'irritabilità, di sensibilità, che noi possiamo opporre, in un momento determinato, allo stimolo doloroso. Il fanciullo non strilla senza qualche causa; egli ha fame o mala voglia o dolore; subisce sensazioni che sono cause materiali del moto e del grido.

A prima vista si parrebbe, che il fisico, il quale istituisse un esperimento, dovesse esercitare un' atto segnalato di piena e libera volontà. Ma l' esperimento è l'effetto d'un pensiero, ed il pensiero è un moto della materia, che è a sua volta l'effetto di

Digitized by Google

una sensoria osservazione. Che se quest' ultima fu esatta e completa, quale si conviene a sensi bene esercitati, il pensiero è giusto, l'esperimento è assennato, e i suoi risultati riescono utili ed applicabili, come lo è una risposta giusta ad un'assennata domanda. Poichè, come si riconosce il senno pratico e la coltura d'un uomo alle sue domande, così il senno del fisico si misura dalla ragionevolezza dei suoi esperimenti. Ma l'esperimento è effetto necessario del suo sviluppo; esso non è, dunque, l'espressione d'una libera volontà, ed anzi rientra nella legge costante, che fa sottoporre tutta l'attività dello spirito alle condizioni della materia.

Molti rimarcheranno, a buon diritto, che l'esperimento non dipende soltanto dalla coltura e dall'ingegno del fisico, ma bensì eziandio dai mezzi e dagli strumenti ch'egli pone in opera nell'esperimento; posciachè il detto di Goethe che:

> A cui natura non lo volle dire
> Nol dirian le bilance nè i compassi

si può ritenere per giusto solo in un senso ben circoscritto; gl'istrumenti, infatti, le bilance ed i compassi giovano solo dopo che le osservazioni sensorie destarono nel cervello dell'uomo un'assennata idea; ma senza zinco e rame e platino, senza lenti d'ingrandimento, e sopratutto senza peso e misura, a nulla riescirebbe il pensiero indagatore. Certamente questi amminicoli e quel senno sono affidati sovente a diversi individui. Quindi per qualche tempo la verità resta un desiderio, che non può divenire fatto. A poco a poco però, gli sforzi dell'osservatore labo-

Digitized by Google

rioso superano gli ostacoli che a lui opponevano coloro che, avendo bilance e crogiuoli, non se ne sapeano servire. Il progressivo sviluppo dell'indagatore finisce col procurargli i necessari strumenti. Quel suo sviluppo, corredato dagli amminicoli sperimentali, crea il cimento.

La parola e lo stile, gli esperimenti e la conclusione, i beneficii ed i delitti, il coraggio e la viltà sono tutti fenomeni della natura, e tutti sono necessarie conseguenze in rapporto diretto con cause impreteribili quanto il moto del globo.

Alcuni sogliono parlare della verità storica, della verosimiglianza poetica, e tacciano il romanziero ed il poeta quando dia un carattere inverosimile ai suoi eroi. Si riconosce dunque che tali autori peccano contro le leggi della natura umana, che le loro creazioni interrompono quella tale catena di dipendenza tra causa ed effetto, che è il nerbo del vero. Sarebbe assurdo il parlare d'una verità poetica, ove il volere dell'uomo fosse svincolato dai limiti della causalità.

Male s'appone dunque Liebig, asserendo che la natura morale dell'uomo rimane eternamente la stessa (400). La medesima razza, dice Prichard, che ai tempi di Tacito abitava solitarie caverne, in mezzo a paludi, ha edificato Mosca e Pietroburgo; la progenie di coloro che si nutrivano di ghiande e di carne umana, ora s'alimenta di riso, di uva, di pane e di grano (401). Si pensi che Giunone e Giove erano fratello e sorella, ed i Greci nei loro Dei riproducevano i propri costumi. Io era ancora scolaro in Cleve, quando una fanciulletta che

Digitized by Google

molto amava il fratello suo, mi richiese perchè non usassero gli uomini, come gli uccelletti, sposare le sorelle. Liebig stesso infatti, contraddicendo alle proprie opinioni, finisce col soggiungere che il mondo civile, dopo la scoperta dell'ossigeno, subiva una trasformazione negli usi e nelle abitudini (402).

La specie dunque, tanto quanto l'individuo, subisce continue evoluzioni. Il cervello e le sue funzioni si modificano, col tempo; e col cervello si modificano i costumi che sono il termometro della moralità.

Il paganesimo apprezzava come sublime virtù l'odio dell'inimico, mentre il cristianesimo predica amore anche per l'avversario. Noi sappiamo che l'odio, come fenomeno di natura, non è ingiusto, ma noi lo rigettiamo, quando ci spinga a recare detrimento al nemico, perchè ciò contrasta all'umanità, perchè ciò rinnega i più nobili sensi della natura umana.

Quel progresso della morale segue delle leggi necessarie, ed ogni grado del progressivo sviluppo si basa con irremovibile e necessaria costanza, sulle cause che lo produssero e precedettero.

Ben dice dunque Quetelet, il grande indagatore della statistica fisica e morale dell'uomo: « Tutto « quanto, quaggiù, si suole attribuire al caso, al « libero arbitrio, alle passioni, od anche al grado « dell'intelligenza dell'uomo, dipende da leggi sì co- « stanti ed irremovibili quanto i fenomeni del mondo « fisico » (403).

Ben è giusta dunque la grande importanza che si volle annettere alle parole di Eschilo che mise in bocca al coro di Agamennone (404):

Digitized by Google

. . . . di sovente
Ci vien nostro malgrado anche sapienza
Regalata da quei numi — il cui trono
A noi sovrasta eccelso . . . .

E qui per ben comprendere come questi versi s'accordino colle nostre vedute, conviene ricordarci, che i numi dei Greci erano potenze naturali, foggiate a persona.

« La grande superiorità di forze, che distingue la « nostra epoca, dice Liebig, ci viene dal progresso « delle scienze naturali e della meccanica. Le cause « d'ogni moto furono approfondite, e così l'uomo « giunse ad avere nozioni più esatte delle leggi na- « turali e potè poi ridurre al suo servizio e discipli- « nare delle potenze naturali, delle forze, che prima « gli avrebbero destato ribrezzo e terrore. Il cavallo « più docile non obbedisce così facilmente alla vo- « lontà dell'uomo, quanto la locomotiva delle nostre « ferrovie, la quale va ratta, o lentamente, o si arre- « sta alla più lieve pressione delle nostre dita » (405).

Questo è giustissimo, ma questo, appunto, riescì possibile soltanto dopo la conoscenza delle leggi, a cui Liebig connette, ed a ragione, tanta importanza. La potente volontà è effetto necessario delle ricche cognizioni. Noi non dobbiamo dimenticare che, nei tempi addietro, le azioni esterne dominavano la nostra volontà, mentre, dopo l'esame della loro intima condipendenza, noi giungemmo ad esserne dominatori (406).

L'esame ha luogo, sempre, in seguito a quelle, ed esso quindi diventa causa necessaria della volontà.

Digitized by Google

Ma queste o simili considerazioni conducono Liebig ad una sentenza che noi non possiamo accogliere.

« L'uomo, dic'egli, ha un grande numero di bisogni « che emanano dalla sua natura spirituale, i quali « non possono essere soddisfatti, dalle forze della « natura. — L'uomo cioè, vuole esercitare e coltivare la propria intelligenza. Questa, poi, regola « l'impiego giudizioso delle forze del suo corpo, e « fino ad un certo punto, di quelle della natura, « e tutte le fa servire al soddisfacimento dei proprii « bisogni e piaceri » (407). E con tutto ciò taluni vollero tacciare di presuntuosa la filosofia moderna, quasichè maggiore presunzione potesse immaginarsi di quella che parla di « *bisogni dell'uomo a cui na- « tura non potrebbe soddisfare.* »

Liebig parla di uno spirito indipendente ed assolutamente diverso nelle sue emanazioni dalle potenze della natura, e poi, contraddicendosi completamente, scrive, che « tutte le sostanze, in quanto prendono « parte ai processi della vita, agiscono in certo modo « sul nostro sistema nervoso, sulle passioni e la vo- « lontà dell'uomo » (409).

Gli uomini, che, per tanto tempo, bamboleggiarono fra le pastoje del *bene* ideale, il quale ad ogni ora doveva contrastare colla fralezza delle carni, stenteranno, certo, ad ammettere che la volontà sia un fenomeno della natura.

La prima obbiezione che oppongono chi sentono negarsi il libero arbitrio, si è, che l'idea del *bene e del male* venga pure, con esso, abbattuta. Ma questa obbiezione svanirà, quando si consideri la volontà

Digitized by Google

come un fenomeno naturale, fondato su solide basi. Conciossiachè noi resteremo dubbiosi ed incerti nei giudizii sulla bontà o meno d'un'azione, solo fin a che per misurarla, noi adopereremo un regolo fortuito, preso a prestito, cioè, dal mondo esterno.

Il giudizio sul bene e sul male obbedirà ad una legge della natura, e, quindi, diverrà costante, irremovibile, preciso, quando noi comprenderemo che il regolo morale sta nella natura dell'uomo, e non altrove; e che noi invochiamo il più naturale dei diritti se riconosciamo per giudici di noi medesimi i nostri simili, e non già le scimmie, o gli abitanti della luna.

Bene vuol dire ciò che risponde alle esigenze della specie ed ai bisogni dell'uomo, che trovisi in un dato grado di coltura e di civiltà. Quest'ultima circostanza è pur importante, comecchè solo col tener conto di un dato grado di sviluppo civile, la storia può erigersi a giudice del mondo. E Rotteck condannò troppo duramente il predominio della chiesa nel Medio Evo, perchè misconobbe il vero grado di sviluppo di quell'età, come Hurter e Stahl, al contrario, mostraronsi ingiusti verso la nostra epoca, perchè la esaminarono, partendo dal punto di vista del Medio Evo.

Una necessità naturale, un istinto della nostra razza ci costringe a rigettare come *male* tutto quanto contrasta alle esigenze della specie.

Quindi il male rimane, in ciascun individuo, un fenomeno della natura. Questa proposizione ci renderà benigni ed indulgenti innanzi al delitto ed al

Digitized by Google

crimine, ma ciò riescirà increscioso soltanto ai settari, avidi di persecuzione, ed aizzati dalle sconfitte, giammai agli uomini serii ed imparziali. Tale è appunto il senso vero del bel motto di madama di Staël (410):

« Tutto comprendere vuol dire tutto perdonare »

Io amo di ripetere e ripetere sempre, queste parole d'oro. Poichè se la massima: « Ama il tuo prossimo come te stesso » fu il nucleo della morale cristiana, io credo che sulla prima pagina del moderno evangelio dovrebbe stamparsi: « Tutto comprendere vuol dire tutto perdonare. »

Come il moralista rimprovera al fisiologo, rinnegatore del libero arbitrio, di scalzargli sotto le basi della morale, così il giurista lo accusa di fargli venir meno la imputabilità, la responsabilità criminale.

Ma pure questa imputabilità andrebbe perduta soltanto, ove la pena avesse lo scopo di atterrire o di migliorare. Ma chi commette un misfatto, spintovi da una passione, che ne fu la causa proporzionale ed ineluttabile, non si lascia spaventare dall'idea della pena. Quanto al miglioramento, ei si osserva bene di rado nelle case di punizione e sempre a sì caro prezzo da non valerne punto il compenso. Poichè certo non può dirsi migliorato colui, in cui ogni passione sia spenta. D'altronde quante volte non accade che il condannato maturi, nella carcere stessa, progetti criminosi di vendetta e li ponga, appena uscito, e ripetutamente in opera?

Digitized by Google

Che se facciasi dipendere il diritto di condanna dalla necessità, dall' istinto della propria conservazione allora non può dirsi che l' imputabilità soccomba in grazia del giudizio benigno che noi facciamo sul male, considerandolo un fenomeno della natura.

La pena allora corrisponde all'esigenza della specie. Perciò tutti i codici colpiscono soltanto quei crimini che danneggino un terzo. Il diritto sorge solamente dal bisogno; ma umano essendo il bisogno, umana deve essere la punizione. Che se umana non sia, la pena stessa diventa un delitto. E da questo punto di vista non finirò mai di lamentarmi che nei tempi attuali abbiano alcuni parlamenti osato di votare, abbenchè a debole maggioranza, a favore della pena di morte (411). Non havvi quasi più proporzione umana tra lo sciagurato, allucinato dalla passione, che, sia pure a mente fredda, commette un omicidio, e la calma di una corte di giustizia, che senza poter raggiungere neppure un morale vantaggio, vendica colla morte un delitto.

Siccome l'imputazione dipende dalla necessità e dal diritto della pena, si può concedere a Gervinus di affermare: « Noi anche considerando l'uomo preda « al pari d'una pianta alle nemiche potenze della « natura, possiamo tuttavia criticare e correggere « l'albero difettoso, e, se a noi danneggi, sappiamo « sradicarlo. » Io credo che si possa convenire in questa sentenza purchè si faccia astrazione da quella idea bizzarra sull'inimicizie delle potenze naturali. Noi anzi possiamo andare più oltre. La necessità

Digitized by Google

naturale per cui esistono l'albero e l'uomo, non solo non inceppa, ma piuttosto ci impone la correzione, la critica e l'educazione. Ma quando poi Gervinus vuol concludere come ciò ci « dimostra il libero ar- « bitrio, perchè solo l'albero lascia tralignare l'al- « bero che gli è vicino » (412), egli commette un errore, dettando una sentenza vana ed anche triviale. Gli è come dicesse: L'uomo è libero, perchè l'albero sta fermo mentre l'uomo cammina. Se Gervinus solo per un momento avesse pensato come i movimenti, provocati dalla critica, sono in rapporto esatto colla loro causa, se egli avesse bene compresa la necessaria, la naturale connessione tra le cause e gli effetti, egli non avrebbe parlato di libero arbitrio, nè gli sarebbe capitato di misconoscere così completamente a quanta sublime altezza giungesse Goethe, il giorno in cui dettava: « Se io « avessi commesso un fallo, quel fallo non merite- « rebbe più il suo nome. » Bene Zelter mostrò di aver compresa tutta la grandezza di quel concetto, quando rispondevagli: « Il peccato sta nella violazione della « natura, non nella volontà di fare il male » (413).

Se un uomo di Stato od un dotto, dal loro gabinetto volessero obbiettarmi, che rinnegando il libero arbitrio cessa la libertà, io risponderei: Libero rimane chiunque sia conscio per sè stesso e soddisfatto della necessità naturale della propria esistenza, dei propri rapporti, dei suoi bisogni, dei suoi diritti, dei limiti posti alla sua sfera d'azione. Chi comprende questa necessità naturale, conosce pure il diritto che ha di combattere l'esigenze contrarie ai bisogni della specie. Ed in ogni

Digitized by Google

lotta per la libertà, per il bene umano, la vittoria deve infine essere nostra appunto perchè la specie sostiene e difende soltanto quella libertà ch' è in armonia colla vera umanità.

Io ho risposto finora al moralista, al giurista, al dotto, all'uomo di Stato. Ora mi è forza tornare indietro per ribattere un' obbiezione di alcuni pusilli facitori di morale; io me ne tenni all'ultimo perchè, lo confesso, non posso a meno di disprezzare costoro profondamente.

E' ci dicono adunque: « Se voi non credete al libero arbitrio, ebbene, indragatevi pure nel lezzo « della sensualità, poichè come fenomeno di natura « voi non rispondete ad alcuno di voi stessi. » Quando io sento parlare così, mi pare di vedere tutti i farisei, tutti i falsari del vero, brulicarmi, sordamente, innanzi agli occhi. Di fatti, — chi siete voi dunque che così parlate?... Oh voi siete povere creature sedotte e seducibili; spinte alla virtù soltanto in grazia di quel meschino cantuccio di cielo, in cui degnamente si specchia la vostra tarda pigrizia! Tutti i regoli, tutte le stregue della vostra morale riduconsi al ripetere: « Noi non siamo fra coloro che sacrificano alla « moda della miscredenza. » Oh! voi in ogni tempo felici! che ieri dalla scienza deducevate il vero, ed oggi potete derivarne il falso, purchè il falso governi.

« Infangatevi nell'ebbrezza dei sensi » voi osate dirci, quasichè l'uomo il potesse fare a suo piacere solo perchè voi lo schernite tutti i giorni con quel vostro sofisma.

Digitized by Google

Siccome la dissolutezza non risponde punto nè poco alla necessità della specie, così la massima che l'uomo è un necessario fenomeno della natura, non può in nessun modo condurci ad una selvaggia sensualità. Che se questo pure talvolta accadesse, non varrebbe a provare nulla contro la verità naturale come non resta pregiudicato punto il merito della morale cristiana, se il frate degenerava la sublime legge dell'amore evangelico, coi cilici, coi digiuni, col celibato, e con quant'altro s'oppone alle leggi della natura. Giammai i sofismi della sensualità troveranno tanti seguaci che pareggino, pure da lungi, le tante, infelici, insanguinate, vittime, cui immolava l'ambizione crudele dei sacerdoti d'ogni colore. Ma questa triste ambizione non pregiudica il merito storico del cristianesimo, come la sfrenatezza di pochi non pregiudica la convinzione dello scienziato, che va fino al limite estremo del suo pensiero per essergli eternamente fedele.

L'aria che noi respiriamo cangia ad ogni istante l'aria nei nostri polmoni, modifica il sangue venoso in sangue arterioso, trasforma i muscoli in creatina e creatinina, il muscolo del cuore in ipoxantina, il tessuto della milza in xantina ed ipoxantina, l'umore vitreo dell'occhio in urea; ma essa trasforma pure ad ogni momento la composizione del cervello e dei nervi. E quest'aria medesima che noi inspiriamo diversifica a seconda dei giorni e dei luoghi, dalla foresta alla città, dalla torre alla strada, dalla collina alla palude. Così, in grazia dell'alimento, della procreazione, dell'educazione, e del commercio, tutto si move intorno a noi, e continuamente, e tutto

Digitized by Google

provoca moto. Quindi il bene non potrebbe cessare d'esistere, nè spegnersi la civiltà. Con la materia circola anche la vita, e con la vita il pensiero, ed insieme al pensiero la volontà, che è buona per una necessità naturale. Con tutti i suoi mali, la terra è e rimane pur sempre un paradiso. « Ad ogni nostro « respiro una corrente eterea di oblio penetra, come « acque di Lethe, tutte le nostre fibre, cosicchè ap- « pena sbiadita e lontana ci resta la rimembranza « delle nostre gioie, e più ancora dei nostri dolori » (Goethe).

Digitized by Google

LETTERA XX.

Conclusione.

Chi abbia, una volta, nettamente compreso come la forza sia indivisibile dalla materia, chi non rifugga da seguire fino alle ultime conseguenze questo enunciato saprà, sempre, rispondere, ed a viso aperto, ai rimproveri di coloro, che vanno obbiettando, come l'umanità perda colle materialistiche teorie tutto quanto v'ha in essa di bello, di sublime e di poetico. Nè questo rimprovero ci viene gettato soltanto da quei profani, i quali, non essendosi esercitati ad osservare, si lagnano meritamente del difetto dei loro sensi, ma sì bene, pur troppo, e più spesso, dagli idealisti, detti per opposizione ai realisti, filosofi, i quali si collocano da un punto di vista che loro rende impossibile la conoscenza, giusta, della materia e dei suoi fenomeni di moto.

Con questi ultimi vano sarebbe discutere, perchè nulla si può insegnare a colui che non voglia apprendere.

E qui mi giova portare a conferma la sentenza di Riehl, quando tratta della posizione sociale dei filosofi:

« I filosofi sono i più mal capitati. Essi non poterono escire dallo stretto cerchio della scuola ed

Digitized by Google

accostarsi alla società viva e reale. L'interesse sociale fu per loro perduto; tutto al più la filosofia restò, come una volta, pei scolastici, uno scientifico torneo. E perciò accade che filosofi d'ogni colore frequentino i congressi dei naturalisti, dei filologhi, dei medici, e mai i loro proprii » (415).

Coloro i quali s'affaticarono a seguire la materia nelle sue vie, e ne' suoi stadii di sviluppo, e compresero la sua intima connessione colla forza, a poco a poco, resteranno convinti dell'importanza spirituale ch'è inerente alla più piccola, alla meno visibile molecola.

Soventi volte si rimproverò agli enciclopedisti del secolo scorso, ch'essi abbiano abbassato lo spirito al livello della materia. Nè è molto lungi il tempo, in cui io vaneggiava con una certa scuola filosofica, e mi dava a credere di essermi collocato da un punto di vista, molto più alto di quelli — col cercare di elevare la materia a spirito. — Ma la differenza non era davvero troppo grande, anzi non ve n'era alcuna, posciacchè la forza e lo spirito sieno indivisibili dalla materia.

Chè se le funzioni più spirituali si ridussero a fenomeni di movimento e di vibrazione non può dirsi che, con ciò, si spogliassero di ogni poesia. Forsecchè ci ispiriamo noi di più, quando, con Rodolfo Wagner, fantastichiamo di un' ombra incorporea, la quale, al giorno della resurrezione, raccoglie insieme il fradicio suo scheletro e si rimpannuccia delle putrefatte sue spoglie? (416). Ci ispiriamo, allora noi, forse di più, di quando ci vien dato di ammirare nello scambio molecolare la eterna potenza rinnovel-

Digitized by Google

latrice, la fonte perenne di una vita sempre giovane e fresca? Si tratta dunque di sapere se noi dobbiamo contentarci di lasciare, immobile, dentro il sepolcro, la materia che pensa e sviluppa il mondo fino a quando la tromba dell'angelo la richiami alla vita; oppure, se meglio ci riesca il sapere la materia in un continuo movimento che fa rinverdire sui sepolcri, le frutta ed i fiori col mezzo dell' acido carbonico e dell' acqua, dell' acido crenico, dell' ammoniaca e dei sali, restituendo così nuove forze al cervello dell'uomo.

I primi anelli nella catena della vita animale si connettono all' impulso di quella forza plastica, che fa sviluppare le piante. L'ossigeno che mantiene la fiamma, forma, in gran parte, il sangue, il quale per esso si sublima nei tessuti; lo scambio molecolare di questi dà luogo al pensiero; il sangue poi ed il cervello, di nuovo, in grazia dell' ossigeno, sono ridotti in quelle semplici combinazioni onde si nutre e matura la gemma vegetale. Così vi è morte nella vita, e vita nella morte; ma questa morte non ha nulla di nero, di spaventoso. Poichè nell'aria e nella putredine s'agitano e stanno i germi, sempre in moto, del rinfiorimento.

Chi sappia distinguere la morte in questa mutua condiscendenza, subito comprende l'inesauribile forza della vita, e, con essa, tutta la trama dell' umana compage, che, immutabilmente, riposa sulle colonne marmoree del vero.

E forse che, è, egli, triviale e prosaico questo nostro considerare l' armeggio degli uomini dietro la materia, come una necessità naturale, in cui la materia deve sviluppare e spiegare la forza?

Digitized by Google

Non facciamo, noi, opera pietosa, quando esclamiamo al povero colono, che, col sudore della fronte, appena soddisfa i primi bisogni della vita: Consolati; in quell'asciutto e povero pane tu possiedi già tutti i materiali che occorrono per produrre e porre in opera le azioni più sublimi di cui sia capace una creatura terrestre. Forse, è prosaico questo nostro trasformare ogni pasto in una cena eucaristica, per la quale la materia, priva d'ogni pensiero, si trasforma, si transubstanza in un uomo che pensa; in cui adunque noi ci appropriamo, veramente, la carne ed il sangue dello spirito, per trasmetterlo in tutte le parti del mondo, in tutti i tempi, coi figli de' nostri figli?

Se la forza è materia e la materia è forza, noi abbiamo la sacra missione di risparmiare, quanto sia possibile, la forza, cioè di limitarla e di usarla per guisa, ch'essa dispieghi la massima azione nel più breve tempo e nello spazio più corto. Per ciò, appunto, acquistavano le scienze naturali tanto dominio, col solo esame della materia.

Il Prometeo moderno insegna agli uomini la chimica, la fisica e la fisiologia, ed armando la loro volontà con solidi pensieri ed esatte nozioni, li fa padroni degli elementi.

Liebig ha molto bene compreso questo pensiero, quando scrisse, che coi progressi fatti dalla chimica, dopo la scoperta dell'ossigeno, si accrebbe di molto il benessere degli Stati e la ricchezza degli individui (417). Come lo scambio molecolare si può misurare, nel corpo animale, dal numero dei globuli sanguigni, che in un dato tempo vanno dal cuore ai capillari e da essi ritornano al cuore, così nei corpi

Digitized by Google

dello Stato gli scambî si possono valutare pella celerità con cui le monete passano dall'una all'altra mano; il denaro fa nello Stato le veci dell'ossigeno (418). Ogni parte dell'organismo ha un naturale diritto all'esercizio più libero delle sue attitudini al lavoro, ha diritto quindi che niuna delle altre la impedisca od inceppi; il massimo effetto di un' azione sta in ragione inversa della resistenza che deve sormontare. Quanto più grande è la resistenza tanto più piccola riesce l'azione.

Quindi negli Stati barbari ove le imposte sono iniquamente ripartite, tutta intera una popolazione resta esposta alla fame; perchè è obbligata a dispendiare per la propria conservazione un eccesso di forze le quali non vengono poi convenientemente riparate; quindi tutti gli Stati con grandi eserciti permanenti hanno solo l'apparenza della forza, perchè un salasso continuo asciuga il meglio del loro sangue e dei più nobili loro succhi; la loro potenza è simile alla forza del selvaggio ubbriaco di alcool; in cui, se cessi l'ebbrezza, scompare la potenza ed insieme la forza (Liebig) (419).

Una distribuzione, giusta, libera, della forza e della materia, è lo scopo cui mirano, più o meno chiaramente, tutti i nuovi movimenti; una distribuzione, cioè, della materia che renda possibile a tutti il lavoro, e col lavoro un'attività degna dell'uomo, perchè ogni « parte dell'organismo ha un naturale diritto al libero « impiego delle sue attitudini. » Per quanto però sieno vere e profonde queste parole, bene inesatta invece è l'accusa, che Liebig eleva in un' altra pagina, in questi termini: « Le nuove teorie socialistiche vor-

Digitized by Google

« rebbero che non esistesse più ombra; pure se di-
« strutto venisse anche l'ultimo filo d'erba che om-
« breggia il campo, certamente dominerebbe da per
« tutto la luce, ma insieme anche la morte, come nel
« deserto di Sahara » (420).

Certo la vita e l'individuo non avvantaggerebbero di una ripartizione che sopprimesse tutte le ombre, o meglio una tale divisione sarebbe, del tutto, impossibile. Finchè non si possono trovare due uomini perfettamente uguali nel sangue e nella carne, nell' ossa e nel cervello, nel volto e nell' incesso, una ripartizione communistica, come e quale Liebig la immagina, non sarebbe possibile, mai, nemmeno per una mezz' ora. Nè può temersi, punto, che essa giunga a sopprimere le ombre, perchè anzi la non potrebbe avere luogo, se non dopo che ogni ombra fosse sparita. Appunto, per ciò, noi dobbiamo ribattere, seriamente, un' accusa che si getta ad un pensiero generale, ad una generosa intenzione, mentre dovrebbe colpire, al più, alcuni pochi illusi. Lo studio socialistico dei bisogni sociali, checchè ne dicano poeti, e dotti, e possidenti, appartiene all'avvenire del mondo; e ciò appunto pell'incontravertibile fatto, che la forza segue la materia. Quindi guardiamoci di adoperare l' aggettivo *socialista* come sinonimo sprezzativo d'una ladronesca assurdità; ma teniamoci bene in mente la massima di Liebig, che ogni parte dell' organismo ha diritto al libero impiego delle sue abitudini.

La vita esige lavoro, il lavoro esige materia, e la vita deve molto gratitudine alla chimica che, ogni dì, meglio apprende, quali sostanze convengano a ciascun lavoro.

Digitized by Google

Ma dovrà la materia giacersi nei sepolcri, senza giovare ad alcuno, spesso anzi, essendo dannosa.

Io sento il bisogno di ripetere e convenire con Liebig: « La sola perdita vera, cui i nostri costumi « non ci permettono d' ovviare, è quella dei fosfati « delle ossa, cui gli uomini portano seco nelle se- « polture » (421).

Se noi pensiamo che la morale si riflette come specchio sulle cognizioni, ci sentiremo abbastanza coraggio da sconsigliare, con tutta l'energia che ispira la scienza, un tanto scialacquo; senza che, però, possiamo tenere a vile quel senso di ribrezzo, che tante nobili credenze ci hanno istillato.

Il fosfato di calce è il sale delle ossa, il fosfato di magnesia è il sale dei muscoli; il fosfato di potassa è uno dei più importanti principii delle carni e del latte; senza molti fosfati non potrebbe esistere il cervello. E tutti questi fosfati sono da noi ammassati, in cumuli enormi, nei nostri cimiteri, e giovano ai vermi ed alla gramigna; eppure potrebbero, senza alcuna spesa, senza alcuna fatica, venire restituiti al circolo della vita.

Noi abolimmo i processi delle streghe e i sanguinosi sacrifici, e non vorremmo, noi, finirla coi cimiteri permanenti? Chi vorrà persistere a conservare, dopo morte, i suoi fosfati di calce, quando consideri come lo sperpero inutile di quei fosfati, potrà, forse, un giorno, affamare i suoi pronipoti? Non ci converrà forse di più l' incorporarci quel fosfato, col mezzo delle piante e degli animali, che non l'esporci all'orribile caso, che pure successe sotto Enrico IV, a Parigi, quando adoperaronsi le ossa dei morti per impastare del pane? (422).

Digitized by Google

Chi adottasse l'uso di mutare, ogni anno, il luogo delle sepolture, possederebbe, in sei o dieci anni, uno dei più fecondi campi coltivi che onorerebbe i defunti più di qualunque monumento o cenotafio. Quante volte non sentimmo noi ripeterci che la memoria dei grandi uomini si celebra più con utili e benefiche istituzioni, che non coi bronzi e colle statue? Dei cimiteri, convertiti dopo dieci anni in fruttuose campagne, potrebbero provvedere e, meglio, anzi, prevenire la miseria, indirettamente, coll'aumento delle biade e, direttamente, coll' accrescere la nascita di uomini e di pensatori.

A me, poi, suonerebbe cosa degna d' invidia, se dato ci fosse di ritornare al costume, senza dubbio, molto più poetico dei nostri maggiori. Abbruciando i nostri morti noi arricchiremmo l'aria di acido carbonico e d' ammoniaca, e le ceneri, che contengono i principii essenziali delle piante, degli animali e degli uomini trasformerebbero le nostre più aride lande in fertilissimi prati. Verrà giorno in cui il bisogno dell'uomo, questo massimo fondamento dei diritti, e santissima fonte dei costumi, farà considerare i cimiteri attuali con quell' occhio con cui noi miriamo il piccolo marsupio che il poco avveduto villano seppellisce, gelosamente, sotto terra, mentre potrebbe trarre, dal capitaletto penosamente raccolto, un congruo interesse. — La barbarie sta nell' ignoranza.

Queste mie idee trovarono più oppositori, ch' io non mi sarei pensato, a questi tempi; fra gli altri io m' ebbi avversarii il senato dell' Università di Heidelberga ed un suo equivoco partigiano nella

Digitized by Google

Gazzetta d'Augusta (424), che si dice scrittore e lettore di libri scientifici. Un naturalista, un fisiologo avrebbe dovuto tuttavia ricordarsi, come un ribrezzo analogo si opponesse, per molti secoli, alle autopsie dei cadaveri; eppure ora, in seguito al progresso delle cognizioni, quasi tutta l'Europa cristiana permette ed autorizza le necroscopie.

Gli avversari nostri che si fanno forti dei sentimenti naturali, dimenticano che il sentimento deve cedere, alla fine, innanzi alle cognizioni. Certo questa vittoria della ragione non si può ottenere tutto ad un tratto; ci giova però sperare che certi corollari della sapienza profittevoli veramente alla vita pratica, vadano, ogni giorno più, restringendo i pregiudizii, bugiardi o sinceri che siano.

D'altronde non è egli vero, nel nostro caso, che spesso la rimembranza dei cari defunti si conserva più vivace e costante, in quelli, cui povertà non concesse d'innalzare, loro, superbi monumenti, che testimoniano più l'umana vanità che il vero dolore. Noi onoriamo i morti ed attestiamo loro il nostro affetto adempiendo ai doveri che essi ci lasciarono. Questi doveri mi rammentano il gran motto di Göthe: « Pensa a vivere. Fa di nuovo ritorno alla vita e tienti più che tu possa all'azione, poichè soltanto l'azione eterna la vita. » Con queste parole chiudeva il nostro grande poeta l'anniversario della morte di Mignon.

E qui per dimostrare quai gravi diritti ci affidi la vita, io vorrei rivolgeste l'attenzione vostra sopra questo passo di Liebig: « Io, e molti altri avanti a « me, abbiamo fatto l'esperienza che chi voglia fer-

Digitized by Google

« tilizzare un campo sterile per la mancanza di prin-
« cipii attivi e non per fisiche proprietà, è trasci-
« nato a tali spese che finiscono a superare quante
« altre sarebbero bastate per la compera d'un ferti-
« lissimo campo. » In seguito egli soggiunge: « Pare
« che in molti casi l'azione del concime sui nostri
« campi, consista nell'arricchire di nutrimento lo strato
« superficiale del terreno; per il che le piante, durante
« il primo tempo del loro sviluppo, cacciano fuori dieci,
« alle volte cento fino a mille radichette di più che non
« avrebbero cacciato nei terreni magri; il loro tar-
« divo accrescimento sproporzionato al numero di
« questi organi di cui vanno provveduti, si deve alla
« minore ricchezza di alimenti, cui devono dopo at-
« trarre dagli strati più profondi. Con ciò forse noi
« potremo spiegare perchè una quantità, relativa-
« mente piccolissima, di ammoniaca e fosfati ed al-
« coli terrosi accresca, di tanto, la fertilità del ter-
« reno » (425). — Eppure noi scialaquiamo, ogni giorno nei nostri cimiteri, alcali e fosfati; fosfati che noi, con tanta certezza, dobbiamo riguardare come il più importante principio che formi i semi del grano, dei legumi e dei tessuti animali!!

Nè si creda che l'uomo sappia pur sempre risparmiare tutte quelle sostanze che egli direttamente s'incorpora. Già da molto tempo, Boussingault e Payen, ed or ora, Millon, Donders ed Harting, hanno provato che la crusca della farina contiene più glutine (cioè più albumina e meno vegetale e più adipe) che non la farina stessa (426).

Millon ne dedusse che noi subiamo uno scapito quando ci asteniamo dal mescolare la crusca al pane

Digitized by Google

e quando la gettiamo a pastura degli animali. Millon asseriva che la mescolanza della crusca col pane avrebbe arricchito la Francia di più milioni di ettolitri di un eccellente alimento, e ciò senza il più piccolo dispendio in lavoro. Liebig pare si accostasse alle idee di Millon quando asseriva « che tutti i « mezzi inventati per allenire le carestie delle classi « povere, si limitano a provvedimenti locali; mentre « il solo spediente veramente applicabile in grande, « sarebbe l'infornare il grano non istacciato, ossia la « farina mista a crusca, fornendo così all'uomo tutta « la sostanza nutritiva contenuta nel grano » (427).

Dal punto di vista parziale del chimico, queste opinioni sono giustissime. È indubitabile che la crusca contiene più sali, più sostanze albuminoidi, che non ne contenga la farina stacciata. Anche Kekulé ha trovato, almeno, per il grasso e pei sali, delle cifre che assai s' avvicinano ai dati di Millon (428). Nè io convengo punto con Peligot che l'aggiunta della crusca nella confezione del pane sia dannosa perchè gli compartisca un cattivo aspetto (429). Da un lato questa circostanza non può essere di alcun danno pratico esenziale. In altra parte Mauries ci ha insegnato un metodo con cui si può togliere alla crusca quella pigmentazione bruniccia rendendo inattivo un frumento, la *cerealina*, speciale che la produce (430).

Ma, dal lato della fisiologia, si deve fare un rimprovero, assai grave, alla mescolanza della crusca con la farina, ed all'uso della farina non istacciata.

Il pane, così confezionato, per la grande quantità di cellulosi che contiene, non può venire digerito che da robustissimi visceri. — La cellulosi

Digitized by Google

passa nelle feci, indisciolta, e, quello che è peggio, produce irritazione della mucosa enterica e fino la diarrea negli uomini irritabili, nei fanciulli, nelle donne e nei vecchi poco robusti. Non si può, dunque, dire che l'uso della farina, non istacciata, sia immune d'ogni detrimento.

D'altra parte, non si fa alcuno sparagno, quando per somministrare agli uomini una sostanza mal digeribile, noi ne priviamo gli animali. — Erra d' altronde Millon quando pretende che si possa colla crusca arricchire la Francia, senza spese e senza occupare un pollice in più di terreno. Quando noi somministriamo la crusca agli animali, noi non sperperiamo, nemmeno, un grano di materia — al contrario, noi incarichiamo gli animali di convertire, essi, nel loro corpo la mal digeribile colla in albumina ed in fibrina del sangue e in adipe la cellulosa, pressochè indigeribile dall' uomo. Noi impieghiamo con grosso lucro quella sostanza ricavandone a frutto carne e latte, risparmiandoci una fatica che può essere altrove, ben più utilmente, impiegata. Coll' albumina, colla fibrina e col grasso, noi rendiamo gagliarde le nostre braccia e vigoroso il nostro cervello. Noi direttamente trasformiamo, in lavoro manuale, ed in pensiero, ciò che esigerebbe, altrimenti, un lungo ed inutile dispendio di forze digerenti. Se voi al povero ventricolo del vecchio somministrate il pane di crusca, fate così poco risparmio, come se porgeste, direttamente all'uomo, l'ammoniaca, l'acqua e l' acido carbonico, invece di farli prima tramutare, per via delle piante, in zucchero e grasso. Se noi togliamo agli animali una parte della crusca che

Digitized by Google

loro comunemente si suole concedere, noi dobbiamo, poi, sostituirla con prodotti agricoli, forse più utili, e fino col grano. Ma io domando: ad ogni modo che vantaggio abbiamo noi a diminuire la rendita del grano per fare posto alle erbe d'ingrasso? Non val, forse, molto meglio, conservare la solita messe di biade, e provvedere l'uomo della farina stacciata, di un alimento eccellente e lasciando la scoria, la crusca agli animali i quali, infine, indirettamente ce la restituiscono e migliorata?

Nei tempi di carestia la bisogna è diversa, ed, allora, si può convenire, che la crusca sia preferibile a qualunque altro sostitutivo (431). La necessità è mendica. Nei tempi in cui niun ostacolo s' oppone alla produzione ed all'applicazione delle provviste, farebbe invero opera dannosa chi volesse fabbricare solamente pane di crusca.

Siccome le patate contengono dieci e fino venti volte più di adipogeni che non di albumina, mentre il sangue contiene cinquanta volte più sostanze albuminoidi che grasse, siccome le patate contengono appena un quindicesimo della quantità di albumina necessaria al sangue, noi non abbiamo molto a rimpiangere che negli ultimi tempi sia diminuita la rendita delle patate, tanto più se noi potremo trovare loro un migliore sostitutivo.

I Chinesi, i Malesi, i Persiani, gli Egiziani, si cibano, invece, di riso; gli abitanti dell'America meridionale, i negri del Surinam, fanno uso dei banani, frutti dell'albero detto Musa Paradisiaca e Musa Sapientium.

Il riso contiene, appunto, alquanto più di albumina

Digitized by Google

delle patate, ma la farina dei banani assai meno (Mulder); in tutti e due, nel riso e nel banano, gli adipogeni predominano molto sull'albumina, essi contengono sì poca albumina che noi non dobbiamo rimpiangere se ci sia impossibile il sostituire le patate con quei prodotti del tropico. Dei viaggiatori francesi raccomanderebbero, ora, altre piante come succedanei alle patate. Verreaux loda i tuberi d'un vegetale somigliante ai tartufi che nell' interno dell'Africa vien chiamato *native bread*. Bosc vide nella Carolina e Trecul nel Missurì le radici dell'Apios tuberosa tenere luogo di patate. Si trapiantarono queste radici in Francia. Payen trovò che la loro composizione sarebbe uguale alla patata, se non contenesse quasi tre volte più di sostanza albuminosa che non le patate (432).

Ancora più ricchi di albumina sarebbero, secondo Mulder, i tuberi dell'Ullico tuberosus, pianta, che gli Olandesi tentarono di sostituire alle patate (433). Il Decaisne raccomandò, per analoghe ragioni, la patata Chinese (Dioscorea Batatas) nella quale Fremy trovò una albumina glutinosa che rende la farina di questi tuberi bene adatta alla confezione del pane (434).

Tutti questi fatti, però, non provano altro se non che si possono trovare degli alimenti preferibili alle patate. Invero poco abbiam d'uopo di cercare questi succedanei migliori; ancor meno ci conviene d'intraprendere costosi viaggi onde introdurli e piantarli da noi. Fioriscono ancora e prosperano innanzi ai nostri occhi le fave, le lenti ed i piselli; ora i piselli, le lenti e le fave contengono, nella loro legumina, una quantità di sostanza albuminosa quasi

Digitized by Google

uguale a quella del sangue; essi contengono tre volte più di adipogeni, che non di albumina, ed i sali del sangue, in quantità abbondante. Queste leguminose, malgrado l'alto loro prezzo e la costosa loro confezione, convengono assai più delle patate; esse possono rinnovare assai meglio il nostro sangue e rinvigorire muscoli e cervello. I semi delle leguminose sono molto più economici delle patate, come il ferro risulta meno costoso del legno nelle rotaie delle ferrovie. Chi facesse uso esclusivo di patate, anche per soli quindici giorni, non sarebbe più atto ai lavori del corpo o della mente; e quelle stesse patate ei non sarebbe più capace di guadagnarsele.

Negli ultimi tempi molto si parlò di alcuni alimenti o bevande, economici, che sebbene non provvedano direttamente, coi propri principii, al sangue, ci farebbero tollerare una dieta più scarsa, col diminuire e ristringere le quantità delle escrezioni. Così Gasparin osservò, che i minatori di Charleroi, nel Belgio, fruiscono, appena, di due terzi delle sostanze albuminose, cui un uomo adulto, pel solito, esige; ma questi operai bevono molto caffè; e sotto l'uso del caffè si elimina (come trovò il Böcker) molto meno di urea. « Noi sappiamo, dice Gasparin, « quanto sono sobrii quei popoli che bevono molto « caffè. I digiuni prodigiosi delle carovane, la magra « dieta degli Arabi, s'accordano colle vecchie opinioni « empiriche sull'azione di quella bevanda; la distribu- « zione di caffè alle nostre truppe, nelle campagne « faticose dell'Algeria, viene considerata come il mi- « glior mezzo per sostenere i strapazzi della guerra. » Abbadie fece però alcune obbiezioni alle troppo par-

Digitized by Google

ziali osservazioni di Gasparin; secondo Abbadie, i Wahaba, i Protestanti dell'Islam, che si astengono, per rito, dal caffè, sopportano i digiuni quanto gli altri Musulmani che ne fanno uso. Nell'Abissinia, in cui i Maomettani prendono più volte al giorno il caffè, soffrono per i digiuni più che i Cristiani (435). Giulio Lehmann confermava, però, con numerose ricerche le osservazioni di Böcker (436). In ogni modo il caffè potrà essere un risparmio pei tessuti, non per la borsa. Solo gli alimenti di gran valore nutritivo possono essere economici per la borsa, solo il ponno essere, cioè, quei cibi e quelle bevande che restituiscono, in una giusta proporzione, al sangue, i suoi essenziali principii (437).

Da ciò si vede che il provvedere abbondantemente carne e pane all'operaio, è non solo un dovere, ma meglio un bene inteso interesse pei capi-fabbrica. Nella provincia di Tarn, l'operaio delle fucine, quando era nutrito di sole verdure, perdeva, per malattie e per fame, in media, quindici giorni nell'anno. Dopo che il Talabot introdusse, fra loro, la carne come parte essenziale della loro alimentazione, essi migliorarono tanto nella salute, che, invece di quindici, perdettero appena tre giorni all'anno di lavoro; guadagnando così ciascheduno dodici giorni per anno, il che viene ad essere per un milione d'operai un immenso profitto (438).

Uno dei maggiori meriti di Liebig fu certamente quello di aver diretto, con le sue belle analisi sulla carne, l'attenzione dei filantropi sulla confezione ideata da Proust e Parmentier dei buoni estratti di carne. Colla confezione delle tavolette di carne, una parte

Digitized by Google

dei vantaggi della carne potè essere fruita in quei paesi lontani in cui il suo prezzo, troppo elevato, costringeva l'operaio a sostituirla coll'acquavita.

« Nella Podolia, in Buenos-Ayres, nel Messico, « nell'Australia, in molte parti del nord d'America, « dove la carne di bue e di pecora non costa quasi « nulla, si può con mezzi semplicissimi raccogliere « grandissima quantità d'estratto di carne, la cui « esportazione, potrebbe essere d'immenso profitto « per le popolazioni d'Europa che vivono di patate (Liebig). » James King scrive a Liebig: « che nella « Nuova Galles del sud la miglior carne di bue non « costa più d'un soldo alla libbra. La carne vi viene « bollita per estrarne il grasso, e la parte più nu- « tritiva è gettata via come inutile scoria » (439).

Nella metà del secolo passato le tavolette di gelatina proveniente da brodo di carne, erano articolo necessario della marina inglese. Quindici o trenta grammi di queste tavolette (formate in gran parte dal sugo di carne fresca, specialmente di bue) si mettevano a disciogliere nell'acqua o nella broda di piselli o si mescolavano con grano mondato e farina d'avena; era questa una vivanda sostanziosa e nutriente (440).

Nel Texas, dove la carne è pure a buon mercato, il *Gail-Borden* impiantava testè una fabbrica di biscotto di carne. La carne vi viene bollita per molto tempo nell'acqua, dopo di che se ne evapora il brodo, e questo quindi s' impasta colla farina di grano. Indi si taglia la pasta in forma di biscotto e la si cuoce a moderato calore. Quel biscotto si conserva per diciotto mesi, e forse anche di più; esso fu spedito al

Digitized by Google

Capo Horn ed anche per la pianura in California e venne indietro in buono stato (441). Qui trattasi, certo, di un alimento che riunisce in sè, in alto grado, i vantaggi della carne e del pane. Le tavolette di brodo di carne contengono le sostanze solubili delle carni, i sali specialmente ed una parte della gelatina e degli ossidi dei corpi albuminoidi che produconsi col bollire dell'albumina e della fibrina, e che trovansi pure nel sangue. Poichè non è giusto ciò che dice Liebig: « Nessuno dei principii organici del brodo di carne si trova fra i principii del sangue » (442).

La quantità della sostanza albuminoide, però che difetta nel brodo di carne, viene completata assai bene dal glutine della farina. Dobbiamo dunque sperare che l'esempio di quella fabbrica del Texas trovi imitatori in altri luoghi in America e specialmente in Australia. Si è sempre creduto un grande vantaggio quando un popolo poteva ricambiare con prodotti brutti, invece che con denaro, ciò che era necessario per la sua esistenza.

Chi pensa che l'uomo ogni giorno elimina quegli stessi principii che ei prende sotto diverse combinazioni, ma in quantità e qualità eguali, dal mondo esterno, bene comprenderà che la scienza ha davanti a sè moltissimi espedienti per soccorrere alla miseria con un' equa ripartizione della materia. Basta soltanto che si raccolgano e s'utilizzino, opportunamente, quelle sostanze che noi gettiamo via come scorie, e che se non vanno veramente perdute, pure sono, per molto tempo, sperperate e rese inutili; basta impiegare, per la più corta via, quelle sostanze, là

Digitized by Google

dove esse possono raggiungere il massimo effetto. Non passa anno, oramai, che non segni un nuovo progresso in queste applicazioni.

Così noi abbiamo testè appreso da Chevandier che un miscuglio di calce e di solfuro di calcio esercita influenza assai vantaggiosa per le selve e pei prati. Ora quel miscuglio in gran parte si ottiene nelle fabbriche della soda e della potassa pella scomposizione dei solfati; anzi, esso viene spesso sperperato, come, per esempio, in Marsiglia, dove si butta in immensa quantità sulle rive del mare, di cui guasta le acque. Utilizzando quel corpo per concime, non solo si migliorerebbero le selve ed i prati, ma si avrebbe in mano un utilissimo prodotto di scambio, reso ancor più proficuo pel poco costo del trasporto marittimo. Come Marsiglia potrebbero anche vantaggiarsene Liverpool, Glasgow e Newcastle che posseggono grandissime fabbriche di soda (443).

Da questo opportuno aiuto che la scienza può porgere alla vita, molto guadagna anche la morale. Nelle nostre attuali condizioni di vita civile il rispetto per la proprietà dev'essere in ragione inversa del bisogno, che spinge l'individuo al furto. Io, altrove, indicai quanto profitto l'uomo del Nord trova nell'acquavite, la quale diviene fonte di calore, immediatamente, per la sua combustione, ed, indirettamente, pel risparmio dell'adipe. Non ci parrà quindi strano se gli abitanti del Kamtschadà, benchè pochissimo inclinino al furto, rubano acquavite e confessano poi, ingenuamente, non poter fare altrimenti. L'Ottentotto invece, che pure amava il vino e l'acquavite fino dalla venuta degli Olandesi al Capo,

Digitized by Google

lascia intatte e rispetta tutte le bevande spiritose che gli vengon affidate in custodia (444).

Delle distribuzioni nelle ricchezze che intendessero appianare tutte le differenze, sarebbero assurde follie, perchè le differenze stanno nell'intima natura dell'uomo. E ciò che contrasta a questa natura si oppone pure alle giuste e pratiche esigenze dello Stato. Ben devesi però desiderare che possa una volta raggiungersi una più equa distribuzione delle ricchezze, per cui, chi lavori davvero, trovi un sufficiente alimento; questa, forse, si potrà, a poco a poco, preparare, modificando le clausole testamentarie, come vanno facendo, con nobile esempio, gli assennati Americani (1).

Ben grande, ben diretta influenza acquisterà quel pensatore, quell'analitico che possiederà il coraggio (e non dovrebbe mai mancarne) di applicare, in questo senso, alla vita pratica, le sue cognizioni. La povertà, in ultima analisi, è una mancanza di materia, che si esprime indirettamente, per mancanza di denaro. Sì, in un certo senso, la deficienza del denaro è cosa accessoria; poichè la conoscenza dell'immortalità della materia e dello eterno circolo della vita che si lega alla materia ci rende sicuri che la materia, donde si mantengono in vita le piante, gli animali e gli uomini, non potrà mai venir meno.

La terra sovrabbonda di quelle sostanze inorganiche

(1) I magazzini cooperativi e le banche popolari, di recente introdotti da quel fervido apostolo della cooperazione che è il Luzzatti, tendono anche da noi a modificare, in questo senso, le tristi condizioni delle plebi italiane, almeno nelle città. (*Il trad.*)

Digitized by Google

che a noi riescono indispensabili, come istrumenti che sono all'organamento della materia. La quantità dei sali, che formano l'ossa e le cartilagini, i muscoli ed i capelli, la quantità dell'acido fosforico è grandissima sulla nostra terra; essa è così grande che certo, se si unisse a tutto l'azoto, a tutto il carbonio ed all'idrogeno, per formare composti organici ed assumere forme organiche, pure ne rimarrebbe sulla terra un avanzo considerevole. Ma come ogni animale è una fonte della nutrizione delle piante, e siccome queste contengono i principii del sangue degli animali, così chiaro risulta che i vegetabili non potranno mai venir meno per causa degli animali, nè gli animali per causa dei vegetabili.

Ciò, con logica necessaria, irresistibile, ci mostra che la scienza deve giungere ad apprendere tale una equa distribuzione della materia per la quale la povertà, nel senso cioè d'un bisogno non soddisfatto, diventi impossibile. I sali si trovano in grandissima quantità. Noi ne rinveniamo subito, solo che vogliamo sconvolgere le viscere della terra, in cui giaciono, per esempio, interi filoni di fosfati. I composti organici, l'albumina, il grasso e lo zucchero, sono, e saranno eterni, perchè la pianta li prepara da alcune semplicissime combinazioni; quest' ultime, poi, restano eterne, perchè l'animale consuma albumina, zucchero e grasso, solo per restituirli al mondo vegetale sotto forma di acqua, d'acido carbonico, e di ammoniaca.

Perciò il dotto ha il sacro dovere di analizzare e studiare il campo ed il sangue, la pianta e l'animale, per riescire, sempre più, ad insegnarci le condizioni più eque di quelle distribuzioni. Nulla deve scorag-

Digitized by Google

giarci e deviarci da quel cammino, in cui noi siamo precursori e colonna miliare. Nulla potrebbe rimuoverci; non il dubbio dell'inerte; non il sogghigno del fanatico credente che vorrebbe discindere la forza dalla materia; non l'impazienza dell'utopista che vorrebbe toccare la meta, prima di mettersi in via.

Una, equa, ripartizione della materia; ecco quanto voi dovete insegnarci!

Così proclama l'economo, così afferma il medico e l'uomo di Stato, così grida il povero, che abbia una giusta idea de' suoi bisogni e de' suoi dolori. I fisici ed i fisiologhi sono i più assidui ed attivi indagatori di quei problemi sociali, che talvolta palesano la loro urgenza con le armi alla mano, ma non possono essere, con queste, risolte, mai, completamente. La loro soluzione sta, tutta, nella mano del saggio, che si affiderà, con sicurezza, all'esperienza dei sensi. Sull'albero della scienza rampolla e vegeta il bisogno, ma per entro al bisogno germina la potenza che deve soddisfarlo. La sapienza è una potenza invincibile, perchè è la potenza della pace. La scienza non è, solo, il massimo dei premii, ma è, anche, la più solida base ad una vita degna dell'uomo.

FINE.

Digitized by Google

Digitized by Google

NOTE

(1) LIEBIG. *Chemische Briefe.* Heidelberg, 1851, p. 28.
(2) Id., p. 703.
(3) Id., p. 400.
(4) Id., p. 618.
(5) Id., p. 28.
(6) Id., p. 31.
(7) Id., p. 23.
(8) Id., p. 31.
(9) Id., p. 29.
(10) Id., p. 646.
(11) Id., p. 482.
(12) Id., p. 71.
(13) Vedi CARLO SNELL, *Newton und die Mechanische Naturwissenschaft.* Dresda, 1843, p. 21, 49, o meglio tutta quell'operetta, che dovrebbe leggersi da quanti hanno a cuore i progressi delle umane cognizioni.
(14) « Quelle idee di statica e dinamica, a cui noi pote-
« vamo giungere coi mezzi grossolani dei tagli, delle pun-
« ture, legature ed abbruciature, sono così lontane da
« quelle che ci può procurare la corrente elettrica, come
« le nozioni sulla struttura dei cristalli che noi acquista-
« vamo tenendo nota della loro *frattura* e lucentezza,
« sono ed appaiono povere e grossolane a petto di quelle
« che ci disvela, coll'aiuto di mezzi ottici, lo studio delle
« disposizioni molecolari. » — DU BOIS REYMOND. *Untersuchungen über thierische Electricität.* Berlino, 1848, vol. I, p. 407.

Digitized by Google

(15) Così, per esempio, il bimalato di ammoniaca che si può ottenere dall'asparagina ed il bimalato di ammoniaca che *Dessaignes* ci insegnò a preparare dal *bifumarato* d'ammoniaca. Le due combinazioni cristallizzano, ugualmente, nel sistema del prisma retto a base romboidea, ma la prima devia la luce polarizzata e la seconda non la devia. PASTEUR. *Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 218, 219.

(16) DU BOIS REYMOND. Id. id., vol. II, p. 512.

(17) JAC. MOLESCHOTT. *Physiologie des Stoffwechsels* in *Pflanzen und Thieren*. Erlangen, 1851, Introduzione, p. XII.

(18) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 32.

(19) Id., p. 62.

(20) GEORG FORSTER. *Ein Blick in das Ganze der Natur*. Opere complete, vol. IV, p. 314.

(21) JAMES MULLER e BLAKE hanno trovato, già da alcuni anni, nell'orzo il fluore. WILSON ne trovò nel sangue e nel latte. *Froriep Notizen;* 1850, n. 215.

(22) Vedi il mio trattatello, *Nahrungsmittel* nel *Diario* il *Gegenwart* di BROCKHAUS, 1825, e vedi pure il mio *Physiologisches Skizzenbuch*. Giessen, 1861, I. *Die Kraftquellen des Menschen.*

(23) G. ROSE, nel giornale di *Erdmann*, *f. prakt. Chemie*, vol. LIII, p. 150. Vedi pure, BROMEIS negli *Annal. di Liebig*. WÖHLER e KOPP, vol. LXXIX, p. 6, 7.

(24) *Pistia Stratiotes*. L. Vedi FORSTER. Opere, vol. V. p. 349.

(25) LIEBIG. *Untersuchungen über einige Ursachen der Säftebewegung*. Braunschweig, 1848, p. 60-80.

(26) VILLE. *Comptes Rendus*, t. XXXV, p. 653.

(27) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 638, 640.

Le più fine lanugini hanno un diametro di $^1/_{100}$ di linea; ora il più grosso vaso capillare non raggiunge quasi mai questo diametro; solo i vasi capillari che entrano nelle ossa raggiungono il diametro di $^1/_{100}$ di linea. KÖLLIKER. *Handbuch der Gewebelehre*, 3.ª ediz., Leipzig, 1859, p. 130, 580, 581.

(28) Non si può ricavare dai tessuti un succo nutritizio puro. Noi dovremo paragonare gli umori nutritizi ai liquidi, che si accumulano nelle cavità del corpo, il liquido pericardico, quello delle sinoviali, il cerebro-spinale, l'amniotico e l'umore aqueo e vitreo. Io ne calcolai la media sulle cifre trovate da GORUP-BESANEZ, da LASSAIGNE,

Digitized by Google

KLETZINSKY, FRERICHS, JOHN VOGT, MACK, SCHERER, BERZELIUS e LOHMEYER, e la espongo nella seguente tabella, colla media corrispondente dei componenti principii più importanti del sangue:

Su 1000 parti di sangue.

Albumina conta per . . .	67 —
Fibrina	2 —
Globulina	120 —
Corpi albuminoidi	189 —
Adipe	3, 7
Sali	7, 7
Acqua	789 —

Trasudati liquidi.

Su 1000 parti di trasudato liquido.

Sostanze albuminoidi . . .	14 —
Adipe	—,27
Sali	8,15
Acqua	970 —

Una semplice comparazione di queste cifre basta per vedere che la rapidità con cui sorte l'acqua è maggiore di quella dei sali; che quella dei sali è maggiore di quella dell'albumina, e che finalmente quella dell'albumina è più grande di quella dell'adipe. Vedi GORUP-BESANEZ, *Prager Vierteljahrsschrift;* 1851, vol. III, p. 84. VALENTIN, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, vol. II, 2.ª parte, p. 446. KLETZINSKY, *Archiv. di Heller*, 1852, p. 423. SCHERER nel *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, vol. I, p. 89, 92. LOHMEYER *nel Zeitschr. für rationelle Medizin. Neue Folge*, vol. V, p. 58, 59, 62.

(29) Vedi JAC. MOLESCHOTT. *Physiologie der Nahrungsmittel.* Darmstadt, 1850, p. 150.

(30) ALEXANDER HUMBOLDT. *Ansichten der Natur*. Stuttgar e Tubingen, vol. II, p. 311, 3.ª ediz.

(31) FORSTER. Opere, vol. V, pag. 351. SCHLÖSING nel *Journ. für praktische Chemie* di ERDMANN e WERTHER, vol. LXII, p. 165, 166.

Digitized by Google

(32) Le nuove analisi di ADERHOLDT, *Annalen di* LIEBIG, WÖHLER e KOPP, vol. LXXXII, p. 117, 118 e RITTHAUSEN, *Journ. f. praktische Chemie*, vol. LVIII, p. 135, 143, si accordano nell' ammettere che varie specie di licopodio contengono una forte quantità di alumina. V. PAYEN. *Comptes Rendus*, XXXVIII, p. 243, 244. BELLINGRODT, nel *Journ. f. prakt. Chemie*, vol. LXI, p. 319, 320. DAUBENY, *Journ. de Pharmac. et de Chimie*, 3.ª serie, vol. XXI, p. 437. RÖTHE negli *Annal. der Chemie und Pharmacie*, vol. LXXXVII, p. 118, 120. CHATIN C. R. XXXVIII, p. 270, 272.

RÖTHE, negli *Annal. der Chemie und Pharmacie*, vol. XC, p. 255.

(33) STRUVE trovò nelle ceneri dell'*Equisetum hiemale* $^{97}/_{100}$ di acido silicico. BROCK nella medesima pianta tolta da un terreno calcare, invece, rinvenne solo $^{83}/_{100}$ di acido silicico e $^{13}/_{100}$ di carbonato calcare. *Annalen der Chemie und Pharmacie*, vol. XCVII, p. 349, 350.

(34) Così nella *Stratiotes aloides* si trovano 14, 53 parti di magnesia e solo 10, 73 di calce per 100 di ceneri. POGGENDORFF, *Annali*, vol. LXXXIV, p. 98, 100, 101.

(35) STEIN nel *Journ. für praktische Chemie*, vol. LI, p. 305, 309, e vol. LIII, p. 41, 43. « Io non riuscii mai, disse « *Stein*, ad estrarre l'arsenico colla semplice bollitura delle « materie nell'acqua e nemmeno la lavatura alcalina ed « acida del cotone diede segno di contenerne; ciò mi ras- « soda nell'opinione che esso si trovi mescolato negli « elementi della cellulosi. » *Ann.* id., id., p. 43.

(36) Verdi e ricche di potassa sono la *Nymphea lutea*, la *Stratiotes aloides*, la *Typha angustifolia*, l'*Arundo phragmitis;* brune e ricche in soda la *Nymphea alba*, il *Scirpus lacustris* e l'*Hottonia palustris*. SCHULTZ-FLEETH, id. p. 101.

(37) Vedi BERTHIER. *Ann. de Chim. et de Physique*, 3.ª serie, t. XXXIII, p. 254, e WOLFF. *Journ. f. prakt. Chemie*, vol. XLIV, p. 456, 459.

(38) WOLFF. *Journ. f. prakt. Chemie*, vol. LII, p. 108, 117. Vedi GARREAU negli *Ann. des Sciences Naturelles*, 3.ª serie, t. XV, p. 28, 31.

(39) CLOEZ e GRATIOLET. *Journ. de Pharmacie et de Chimie*, 3.ª serie, t. XX, p. 42. ERDMANN, *Journ.*, vol. LIII, p. 203, 204.

(40) BROMEIS, negli *Ann. di* LIEBIG, WÖHLER e KOPP, vol. LXXIX, p. 1 e seg.

Digitized by Google

(41) Vedi la mia *Physiologie des Stoffwechsels.* Erlangen, 185[1], p. 99.

(42) MALAGUTI nei *Comptes Rendus*, t. XXXIV, p. 112, 114.

(43) *Glyciphila erythrospora* e *G. elæospora*, MONTAGNE. Vedi la comunicazione fatta da PAYEN nell' ottobre 1851, *Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 393, 397.

(44) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 240, 672, 682.

(45) Id., p. 661; *im Sinne der jetzt verlassenen Humustheorie*, nel senso dell' ormai abbandonata teoria dell' *humus*.

(46) Id., p. 630.

(47) Id., p. 661.

(48) LIEBIG. *Agric. Chemie*, 6.ª ediz. Brunswig 1846, p. 13.

(49) Id., *Chemische Briefe*, p. 683.

(50) Id., p. 683, vedi p. 680, 681.

(51) HUGO MOHL presso R. WAGNER. *Handwörterbuch der Physiologie, die vegetabilische Zelle*, p. 237.

(52) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 689, vedi p. 637, 661, 678, 679, 685, 703, 704.

(53) Id., id., p. 677, 679.

(54) MULDER. *Proeve eener algemeene physiologische scheikunde*, p. 746, 756, 757.

(55) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 660.

(56) Id., p. 184.

(57) LUCK. Negli *Annalen von Liebig*, ecc., p. 86, v. LXXVIII.

(58) Vedi ROBIN. *Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 38.

(59) FLEISCHMANN. *Froriep Tagesberichte*, 1851, settembre n. 373, p. 212, 213.

(60) CHATIN. *Journ. de Pharm. et de Chimie*, 3.ª serie, t. XVIII, p. 243.

(61) BERTHIER. *Ann. de Chimie et de Physique*, 3.ª serie, t. XXXIII, p. 259.

(62) BOUSSINGAULT, *Journ. de Pharm. et de Chimie*, 3.ª serie, t. XVIII, p. 425.

(63) HEYER. Negli *Annalen der Chemie und Pharmacie*, vol. LXXXII, p. 188.

(64) SALM-HORSTMAR. Nel *Giorn. di Erdmann*, vol. LII, p. 335.

(65) Id., id., p. 32.

(66) EMILIO WOLFF. Nel *Journ. di Erdmann*, vol. LI, p. 55.

(67) ISIDORE PIERRE. Negli *Annales de Chimie et de Physique*, 3.ª serie, t. XXX, p. 429.

(68) HERTH. *Journ. für praktische Chemie*, vol. LXIV, p. 14[7].

Digitized by Google

(69) ISIDORE PIERRE. Negli *Annales de Chimie et de Physique*, 3.ª serie, t. XXXVI, p. 60, 61.

(70) EMILIO WOLFF. *Erdmann Journ.* vol. LII, p. 73.

(71) JACQUELAIN. Id., id., vol. LXIII, pag. 305, 306.

(72) SCHULTZ-FLEETH. Negli *Annalen di Poggendorff*, volume LXXXIV, p. 94.

(73) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 692.

(74) MENE. Nei *Comptes Rendus*, t. XXXI, p. 803, 804.

(75) CHEVANDIER et SALVÉTAT. *Annales de Chimie et de Physique*, 3.ª serie, t. XXXIV, p. 320.

(76) *De gras-etende dieren gebruiken dus soortgelijk voedsel als de vleeschetende: zij gebruiken beiden eiwitstoffe, de eene van de planten, de andere van de dieren; beide zijn zij dezelfde eiwitstoffe.* MULDER *in Natuur - en scheikundig archief, uitgegeven door* MULDER en WENCKEBACH. Leyd. 1838, p. 128.

(77) CLEZ et GRATIOLET trovarono 57,50 per cento di azoto nell'aria del *Potamogeton* sviluppato nell'acqua priva di azoto. Poi la quantità di azoto diminuiva da 5,23 in cento parti della pianta secca fino a 3,74. *Journ. de Pharm. et de Chimie*, 3.ª serie, t. XX, p. 42, 43. Già prima *Saussure* e *Draper* avevano avvertito come nelle piante sviluppisi azoto. Draper la crede una escrezione. Ad e W. Knopp trovarono recentemente che una specie di Myriophyllum riempie in dieci ore di gaz azoto uno spazio più grande che non sia quello della pianta medesima. *Froriep. Tagesberich.*, settembre 1851, p. 220.

(78) LIEBIG. *Die Chemie in ihrer Anwend auf. Agricultur*, Braunschweig 1846, 6.ª ediz., p. 29.

(79) VOGEL. Nel *Journ. de Pharm. et de Chimie*, 3.ª serie, t. XXV, p. 256, 257.

(80) JAC. MOLESCHOTT. *Dell'influenza della luce sulla eliminazione dell'acido carbonico.* WITTELSHÖFER. *Wien. Medizin. Wochenschrift* 1855, p. 681. Vedi LICHT und LEBEN. *Prolusione all'Univ. di Zurigo* 1856, 2.ª ediz. Frankfurt 1856.

(81) BENCE JONES. Nei *Comptes Rendus*, t. XXXI, p. 893. Vedi la confutazione di JAFFÈ nel *Journ. f. prakt. Chemie*, vol. LIX, p. 239, 240; e la risposta di BENCE JONES negli *Annalen der Chemie und Pharmacie*, vol. XCII, p. 96, 97.

(82) LEWY. Nei *Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 348, 349.

(83) H. e C. GLADSTONE. Nel *Philosophical Magazine*, 1851, p. 220, 221.

(84) GARREAU. Nei *Comptes Rendus*, t. XXXII, p. 298, 299. *Morren. Institut*, 24 dicembre 1851, p. 413.

Digitized by Google

(85) CHAMBERT. Nell' *Edinburgh Medical and surgical Journ.* CLXXXIX, p. 462.

(86) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 405.

(87) Id., id., 483.

(88) Id., 490.

(89) Per comprendere più presto questi rapporti vedi le tavole di VALENTIN. *Grundriss der Physiologie*, 3.ª ediz., pag. 114, 116.

(90) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 484.

(91) Id., p. 454, 455.

(92) Id., p. 471.

(93) Id., p. 454.

(94) Id., p. 455.

(95) LEHMANN. *Lehrbuch. der physiolog. Chemie.* Leipzig, 1842, p. 133.

(96) DONDERS e MOLESCHOTT. Negli *Holländ. Beiträge zu den Anatomischen und Physiologischen Wissenschaften*, vol. I, p. 373.

(97) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 404, 405.

(98) Id., 483.

(99) Id., 405.

(100) Id., p. 566, 568.

(101) Id., p. 480.

(102) LIEBIG. *Die Thierchemie*, 3.ª ed. Braunschweig, 1846, p. 107.

(103) Id., *Chemische Briefe.*

(104) G. MULDER. *Scheikundige onderzoekingen; Deel* IV; p. 412, 418.

(105) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 451, in nota.

(106) Id., p. 452.

(107) STENHOUSE. Negli *Annali di Liebig*, vol. LXX, p. 217.

(108) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 452.

(109) Id., p. 442, 557.

(110) Id., p. 560, 561, 576.

(111) MULDER. *Versuch einer allgemeinen physiolog. Chemie*, tradotta da JAC. MOLESCHOTT, p. 341.

(112) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 596.

(113) SCHERER. Negli *Ann. di Liebig*, vol. LXXIII. p. 330. Egli trovava nel cuore ipoxantina, $N^2 C^5 H^2 0$, una sostanza di cui l'acido urico $N^2 C^5 H^2 0^3$ può considerarsi come un prodotto di maggior ossidazione.

(114) BARRY. Negli *Archiv. f. Anatom. und Physiologie di*

Digitized by Google

Müller, 1850, p. 535. GASTALDI. *Nuove osservazioni sulla muscolatura del cuore dei vertebrati. Archivio per la Zoologia*, t. I, p. 239, 240.

(115) Vedi DONDERS e MOLESCHOTT. Nelle *Holländis. Beiträge di Deen Donders e Moleschott*, vol. I, p. 369, 370.

(116) MAYER e BRAZIER. Negli *Annali di Liebig*, vol. LXXI, p. 321.

(117) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 532.

(118) Id., p. 500

(119) Id., 501, 598, 599.

(120) MULDER. *Scheikundige*, ecc., deel IV, p. 418.

(121) JAC. MOLESCHOTT. *Physiol. des Stoffwechsels.* Erlangen 1851, p. 83, 90.

(122) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 523. I carbonati si trovarono nel sangue da *V. Enschut*, da *Marchand*, da *me*, da *Lehmann*, da *Mulder*, e *Verdeil*.

(123) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 507,

(124) MOLESCHOTT. Nelle *Holl. Beiträge*, vol. I, p. 172, 173.

(125) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 505.

(126) HENLE. Nel suo *Jahresbericht über die Leistungen in der Histologie nel* 1847. Erlangen 1848, p. 44, nota.

(127) L. WACHSMUTH. VIRCHOW. *Archiv. für pathol. Anatomie*, vol. VII, p. 335. *Wachsmuth* stesso però va troppo oltre quando per un solo fatto vuol atterrare le leggi di *Schmidt*.

(128) VON BIBRA. *Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen und der Wirbelthiere*, Mannheim 1854, p. 90. I. MULLER. *Handbuch der Physiologie des Menschen*, vol. I, 4.ª ediz. p. 2.

(129) Ricordo di WICKE, negli *Ann. der Chemie*, vol. XCV, p. 293.

(130) BREED. Negli *Ann. di Liebig*, vol. LXXX, p. 124.

(131) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 504.

(132) GOBLEY. *Journal de Pharmacie et de Chimie* 3.ª serie, t. XVII, p. 414, t. XIX, p. 421 e sopra il grasso fosforato del sangue negli *Archives generales de Medecine*, 4.ª serie, t. XXVII, p. 236.

(134) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 598, 599.

(135) LASSAIGNE. *Journ. de Pharmácie et de Chimie*, 3.ª serie, t. XVIII, p. 349.

(136) GENTH, negli *Annalen di Liebig*, ecc., v. LXXX, p. 68.

(137) WEISZ, nella *Zeitschrift. Der K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien*, anno VII, p. 341.

Digitized by Google

(138) MOLESCHOTT, negli *Archiv. di Müller*, p. 73. fl. 1853 e nella *Wiener Woch. di Wittelshöfer*, anno III, p. 209, 213.

(139) VON GORUP-BESANEZ, negli *Jenaischen Annal. für Physiologie und Medicin*, vol. II. p. 241, 242.

(140) CHATIN e BOUVIER, nei *Froriep's Tagesberichten*, 1851, agosto, n. 352, p. 200.

(141) Secondo MULDER negli *Holl. Beiträgen*, ecc., vol. I, p. 149 e secondo STRECKER negli *Ann. di Liebig*, vol. LXXIII, p. 340.

(142) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 530.

(143) Id., id., 514.

(144) Id., id., 529.

(145) SCHMIDT vedi LEHMANN. *Lehrbuch der Physiologischen Chemie*. Leipzig, 1850, vol. II, p. 179.

(146) AD. STRECKER, negli *Annalen di Liebig*, vol. LXX, p. 176, 177.

(147) Nella *Laminaria latifolia*, nell'*Eklonia buccinalis*, nell'*Iridae edulis*, e nella *Polysiphonia elungata*.

(148) A. ROSZMÄSZLER. *Reiseerinnungen aus Spanien*, vol. I, p. 193.

(149) JOHNSON e SENDTNER. *Ann. der Chemie und Pharmacie*, vol. XCV, p. 237, 238.

(150) BAILLARGER. *Comptes Rendus*, t. XXX, p. 531, 532.

(151) BLONDEAU, nei *Tagesberichten di Froriep*, 1851, n. 350, p. 181.

(152) STEVENSON MACADAM, nel *New Edinburgh Philosophical Journal*, 1852, da aprile a luglio, p. 170, 171, e ottobre, p. 319, 227. — LOHMEYER, nel *Centralblatt di Fechner*, 1854, p. 50. — DE LUCA, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3.ª serie, t. XXVI, p. 260, 261. — NADLER. *Untersuchungen über den angeblichen Jodgehalt der Luft und verschiedener Nahrungsmittel*. Zurich, 1861.

(153) MARCHAND nei *Comptes Rendus*, t. XXXIV, p. 56, vedi *Journ. de Pharmacie et de Chimie*, t. XXI, p. 96, 98. — BARRAL nei *Comptes Rendus*, t. XXXV, p. 431. MEYRAC. Id., XXXIV, p. 715, 716 e v. ANKUM nel *Journ. für praktische Chemie*, vol. LXIII, p. 271, 278.

(154) CHATIN nei *Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 529 e FOURCAULT. Id., p. 518 e più oltre il CHATIN stesso, id., p. 17, 18, vol XXXIV.

(155) CHATIN. Id., t, XXXIII, p. 584, 585.

(156) GRANGE Id., id., t. XXXIII, p. 629.

Digitized by Google

(157) VERDEIL e MARCET. *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3.° serie, t. XX, p. 91 e 92.

(158) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 554.

(159) CLOETTA nei *Archiv. für pathologische Anat.* di VIRCHOW, p. 168, vol. VII.

(160) FRERICHS negli *Archiv. f. physiolog. Heilkunde* di VIERORDT, anno X. p. 418.

(161) NEUBAUER negli *Annal. der Chemie und Pharmacie*, vol. XCIX, p. 211, 212.

(162) WÖHLER nei suoi *Annalen*, vol. LXVI, p. 128. DONDERS. *Handleiding tot de natuurkunde van der gezonden mensch.* etc. Deel I. p. 260. LOHMEYER. *Zeitschrift für rationelle Medicin*, vol. V, p. 66, 67.

(163) MOLESCHOTT negli *Archiv. für physiol.* Heilkunde, anno XI, p. 493. GROHE negli *Annal. für Chemie und Pharmacie*, vol. LXXXV, p. 237.

(164) BUHL nella *Zeitschrift für rationelle Medicin*, vol. VI, p. 65, 67.

(165) BIBRA negli *Ann. der Chemie und Pharmacie*, volume XCIV, p. 217.

(166) GROHE nel *Jahrbuch di Schmidt*, vol. LXXXIII, p. 5.

(167) BUHL nella *Zeitschrift für rationelle Medicin*, vol. VI, p. 66. — Meravigliosa cosa si fu il trovare nei muscoli di quell'impiccato (malgrado fosse la morte seguita senza convulsioni) ben 0,0088 % di urea. Non è strano che Liebig non abbia scoperto, prima, quest'urea nei muscoli per la stessa ragione che ei non seppe trovare i carbonati del sangue, e che ora, malgrado le affermative di una mezza dozzina di chimici, non vuol ammettere l'esistenza del grasso fosforato nel *cervello*. Ciò accade quando si vuole dispotizzare nella scienza, coll'appoggio delle Corti e delle Gazzette di Ausburgo.

(168) FRERICHS e STADELER. *Verhandlungen der Züricher naturforschend. Gesellschaft*, vol. IV. CLOETTA. *Annalen der Chemie*, etc., vol. XCIX, p. 304, ff. SCHERER. (*Deutsche Clinik.* 1855) da VIRCOW che *trovò* l'identità della sua *lienina* colla *leucina*. GORUP-BESANEZ. *Ann. der Chemie und Pharm.*, vol. XCVIII, p. 8, 9, che trovò la *timina* da lui già scoperta essere poi *leucina*.

(169) GORUP-BESANEZ, p. 18, 19, loc. cit.

(170) CLOETTA dimostrò che l'acido *pneumonico* di VERDEIL (*Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 604) è *taurina*, i

Digitized by Google

cui cristalli fratturati e scissi che sieno arrossano intensamente la carta di laccamuffa. *Ann. der Chemie und Pharm.*, vol. XCIX, p. 301. I muscoli degli acefali, secondo FREMY e VALENCIENNES non contengono nè creatina, nè creatinina, nè fosfato di soda, nè lecitina; ma solo taurina. *Comptes Rendus*, t. XLI, p. 140.

(171) CLOETTA. *Annalen der Chemie und Pharmacie*, volume XLIX, p. 299 e 301.

(172) FRERICHS e STÄDELER. Id., id.

(173) SCHMIDT, nella dissertazione. *De retinæ textura disquisitiones microscopicæ*. 1855, p. 62, 69 di R. BLESSIG.

(174) BECHAMP. *Ann. der Chemie und Pharmacie*, vol. C, p. 249.

(175) LEHMANN. *Lehrbuch der Physiologischen Chemie*. 2.ª ediz. 1853, vol. I, p. 107. SIEGMUND nelle *Verhandl. der Physical Mediz. Gesellschaft in Würzburg*, vol. IV, p. 80.

(176) GORUP-BESANEZ negli *Annalen der Chemie und Pharmacie*, vol. XCVIII, p. 34.

(177) SCHERER si esprime con precisione che l'acido buttirrico, acetico, formico, si trovano nelle carni. Vedi, *Verhandl. der Phys. Mediz. Gesellschaft in Würzburg*, p. 52.

(178) G. LIEBIG. *Ann. des Sciences Naturelles*. 3.ª serie, t. XIV, p. 227.

DU-BOIS-REYMOND. *De fibræ muscularis reactione ut chemicis visa est acida*. Berolini, 1859, p. 31, 41.

(179) Secondo SCHARLING, l'uomo in 24 ore espira 0,292 grammi di carbonio per ogni 100 grammi di peso del suo corpo; il colombo, secondo BOUSSINGAULT, ne espirerebbe, invece, 2,742 grammi. Vedi la mia *Physiol. des Stoffwechsels*, p. 457.

(180) GERLACH nell'*Archiv. für Anatomie und Physiologie di Müller*. 1851, p. 160. Nella respirazione polmonale dell'uomo l'acido carbonico espirato si comporta, secondo GERLACH, all'ossigeno inspirato come 6 : 7; nella respirazione cutanea, invece, come 6 : 2 2/3. (Id.)

(181) VALENTIN. *Lehrbuch der Physiol. des Menschen*. Braunschweig, vol. I. p. 119.

(182) DUCHEK nel *Prager Vierteljahrsschrift*. 1853, vol. III, p. 133. Le analisi di MASING hanno dimostrato che la presenza dell'aldeide nel sangue (pretesa da DUCHEK), non è punto sicura o costante — e che una grandissima parte dell'alcool ingesto, passa immutato, per la via dei pol-

Digitized by Google

moni e dei reni. SCHMIDT. *Jahrbucher*, t. LXXXVII, p. 24 e 25. Dalle ricerche di DUCHEK resta però, ad ogni modo, il fatto prezioso che l'aldeide introdotta nelle vene e nel ventricolo produce gli stessi fenomeni di ubbriacamento, come l'alcool. DUCHEK. Loc. cit., p. 117, 119.

(182) LEHMANN. *Canstatt Jahresbericht*. 1855, vol. I, p. 189. Colle estese analisi di LEHMANN sono finalmente messe da banda le ipotesi di SIMON, HERING, CLEMENT e restituite in onore le opinioni di LECANU e LETELLIER.

(183 LAUN nelle *Untersuchungen zur Naturlahre des Menschen und der Thiere* di JAC. MOLESCHOTT, vol. II, p. 272 e seguenti.

(184) LIEBIG, *Chemische Briefe*, p. 389, 390.

(185) WELCKER colle sue ricerche sulla forza colorante del pigmento del sangue e quindi sulla quantità del sangue, tentò dimostrare, che il sangue contenga solo $^1/_{10}$ del peso del corpo umano. Per quanto bene quegli esperimenti conformino colle sue teorie, pure non mi sembrano sufficienti a petto dell'evidenza dell'osservazione diretta, come è quella, per esempio, di WRISBERG. WRISBERG trovò una volta, che il sangue di una donna decapitata ammontava a 24 libbre; un'altra donna, fu da lui vista perdere per emorragia uterina, circa 26 libbre di sangue. Vedi VALENTIN. *Lehrbuch der Physiologie der Menschen*. 2.ª ediz., pa. 495. Può darsi che nei casi d'emorragia, per l'accresciuto imbevimento una parte dei succhi plastici trasudati dai vasi vi faccia ritorno e WELCKER può credere di avere ragione perchè tenne calcolo soltanto del sangue contenuto per un certo dato tempo nel cuore e nei vasi maggiori. Il nostro calcolo non s'altera punto se quelle 24 o 26 libbre di sangue uscirono dai vasi, in uno od in più minuti, e se una parte di quel sangue si debba ricercare al di fuori dei vasi in un dato istante. Dal punto di vista di WELCKER quelle sue ricerche e i suoi dubbi sono degni di nota, abbenchè non sieno decisivi. Vedi il suo lavoro. *Bluthörperchenzählung und färbeprüfende Methode nel Prag. Vierteljahrschrift*, f. d. Prakt. Heilk., anno XI, vol. IV, p. 14.

(186) MARFELS e MOLESCHOTT. *Uber die Lebensdauer der Bluthörperchen* nelle *Untersuchungen zur Naturlahre* di JAC. MOLESCHOTT. I, p. 51.

(187) LEHMANN. *Lehrbuch der Physiologischen Chemie*. 1842, p. 267.

Digitized by Google

(188) BIDDER e SCHMIDT. *Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel.* Leipzig, 1852, p. 13, 216. SCHMIDT. *Ann. der Chemie und Pharmacie*, vol. XCII, p. 42.

(189) FREMY. Nei *Comptes Rendus*, t. XXXIX, p. 1055.

(190) PEACOCK. *Archiv. générales de Medecine*, 4.ª serie, t. XXVII, p. 212, 213.

(191) BÖCKER. — Sul sonno. — Negli *Archiv. f. die wissenschaftliche Heilk.* di *Beneke*, *Nasse* e *Vogel*, vol. II, p. 105.

(192) MITSCHERLICH. Negli *Annali di Liebig* e *Wöhler*, vol. LXXV, p. 314.

(193) GARREAU avrebbe trovato per formula empirica del sughero, la formola C^{17} H^{16} O^5. *Ann. des Sciences Naturelles*, 1850, p. 313.

(194) BLONDEAU. *Journ. f. prakt. Chemie*, vol. XLVII, p. 411.

(195) DESSAIGNES. Negli *Annali di Liebig* e *Wöhler*, volume LXXIV, p. 361.

(196) SCHWEIZER. Nel *Journ. f. prakt. Chemie*, vol. LIII, p. 437, 443.

(197) SCHÖNBEIN. Nel *Journ. f. prakt. Chemie*, vol. LII, p. 188, 190.

(198) BIDDER e SCHMIDT. *Die Verdauungssäfte, etc.*, p. 298 e 389. Anche *Bischoff* non rinvenne il comune acido urico nell'urina del cane. *Liebig*, invece dell'acido urico, vi avrebbe trovato *un acido urico* proprio del cane; *Ann. der Chemie*, vol. LXXXVI, p. 125, 126. *Eckhard*, al contrario, vorrebbe che il cane, sotto al regime carneo, contenesse sempre *acido urico* nelle urine; *Annal. der Chemie*, volume XCVII, p. 360.

(199) Già da vari anni il DESSAIGNES rese noto di avere ottenuto la propilamina dal *chenopodium vulvaria* e di averla assoggettata ad analisi chimiche esatte e precise. *Institut*, ottobre, 1851, p. 314. *Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 358. Dopo ciò era probabile che questa *propilamina* $N\,C^6\,H^9 = N\,\begin{matrix}H^2\\C^6\,H^7\end{matrix}$ si dovesse ritenere come trimetilamina $N.\,\begin{matrix}C^2\,H^3\\C^2\,H^3\\C^2\,H^3\end{matrix}$ Vedi WINKLES, *Ann. der Chemie und Pharmacie*, vol. LXXXIII, p. 116, 117. Or ora il *Dessaignes* ammette che quella sostanza, ottenuta dal chenopodio da lui creduta *propilamina* era veramente *trimetilamina. Comptes Rendus*, t. XLIII, p. 671.

Digitized by Google

(200) WITTSTEIN. Negli *Annal. der Chemie und Pharmacie*, vol. XCI, p. 121, 123.

(201) *Journ. de Pharmacie et de Chimie*, 3.ª serie, t. XX, p. 208.

(202) SCHWEIZER. Nel *Journ. f. prakt. etc.* vol. LIII, p. 441.

(203) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 24. Vedi id., p. 60.

(204) GUCKELBERGER. Negli *Annalen di Liebig e Wöhler*, vol. LXIV, p. 82, e KELLER, id. vol. LXXII, p. 38.

(205) DEVILLE. Nei *Comptes Rendus*, t. XXVIII, p. 321. HLASIWETZ, nel *Journ. di Erdmann*, vol. LI, p. 373, e negli *Annal. de Liebig*, vol. LXXI, p. 51, 54. Vedi JAC. MOLESCHOTT. *Physiologie des Stoffwechsels*, p. 349, 350, dove questi importanti fatti sono messi in accordo.

(206) Vedi SOBRERO. *Ann. der Chemie und Pharm.*, volume LXXX, p. 106, 108. A. STRECKER. *Kurzes Lehrb. der organ. Chemie*. Braunschweig, 1857, 2.ª ediz., p. 434, 435.

(207) CAHOURS. Negli *Ann. di Liebig*, vol. XLVIII, p. 61.

(208) SCHLOSSBERGER. *Organische Chemie*. Stuttgart, 1850, p. 236. Secondo le ricerche di DELFFS che analizzava l'etilo enantico e enantilato di argento, l'acido enantico è identico all'acido pelargonico (o rosacico) trovato dal *Redtenbacher* nel *pelargonium roseum*. *Poggendorff Annal.*, volume LXXXIV, p. 509, 515.

(209) HOFMANN. Nel *Journ. di Erdmann*, vol. LV, p. 189, 190.

(210) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 242.

(211) LEHMANN. *Lehrbuch der Physiologischen Chemie*, 2.ª edizione, 1853, vol. III, p. 160.

(212) SCHWARZ. *Ann. der Chemie und Pharm.* vol. LXXXIV, p. 83, 84.

(213) STRECKER. *Das chem. Laboratorium der Universit. Christiania*, p. 31, 32. *Ann. der Chemie*, vol. LXXXI, p. 248, 249.

(214) ROBIQUET. Nei *Comptes Rendus*, t. XXXIV, p. 19, 20.

(215) STRECKER. Id., p. 30, e HLASIWETZ negli *Ann. der Chemie*, vol. LXXIX, p. 132.

(216) GARREAU. *Ann. des Sciences Naturelles*, 1850, p. 345.

(217) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 198.

(218) J. DAVY. Nelle *Phisioloph. Transactions*, 1850, t. II, p. 447. *Davy* trovò sotto i tropici il calore più elevato di 1.º grado Fahrenheit, cioè un poco più di $^1/_2$ ° C.

(219) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 397.

(220) Id. p. 437.

(221) ANDREWS. Nel *Journ. di Erdmann*, vol. I, p. 478.

Digitized by Google

(222) CHEVREUL. *Annal. de Chimie et de Physique*, t. XIX, p. 33, 49.

(223) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 479.

(224) Id., p. 490.

(225) Id., p. 479

(226) Id., p. 479.

(227) JAC. MOLESCHOTT. *Physiol. des Stoffwechsels*, ecc. p. 60, 61.

(229) Vedi le molte osservazioni termometriche nei mammiferi della *Physiol. des Menschen di Tiedemann*, Darmstadt, 1830, vol. I, p. 454, 459.

(230) DONDERS. Negli *Holländische Beiträge* di *van Deen*, *Donders* e *Moleschott*, vol. I, p. 272, 273.

(232) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 399, 400.

(233) FRERICHS. L'articolo *Verdauung* nell' *Handwörterbuch der Physiologie* di R. WAGNER, p. 663.

(234) VALENTIN. *Grundriss der Physiol. des Menschen*, 3.ª ediz., 1850, p. 373.

(235) BARENSPRUNG. Negli *Archiv. di Müller*, 1851, pagine 160, 162.

(236) H. NASSE. Nell'articolo: *Calore animale* del *Handwörterbuch* di WAGNER, p. 54.

(237) MOLESCHOTT e SCHELSKE. Indagini comparative sulla quantità dell'acido carbonico e la grossezza del fegato negli animali affini nell'*Untersuchungen* ecc. di MOLESCHOTT, p. 12, vol. I. Prendendo per punto di misura l'acido carbonico esalato da un uomo in un dato tempo si ottiene:

per il	*Bufo cinereus*	0,25
» la	*Rana esculenta*	0,37
» il	*Bufo calamita*	0,37
» l'	*Hyla arborea*	0,39
» il	*Triton cristatus*	0,68
» la	*Rana temporaria*	0,69

(238) BOUCHARDAT. *Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 542.

(239) BERNARD. *Annales des Sciences naturelles*, 3ª serie, t. XIX, p. 315, 328.

(240) PERSON. *Annales de Chimie et de Physique*, 3ª serie, t. XXXIII, pag. 464.

(241) GEORG FORSTER. *Sämmtl. Schriften*, vol. V, p. 368.

(242) BARENSPRUNG. Negli *Archiv. di Müller*, 1851, p. 154.

(243) TIEDEMANN. *Physiol. des Menschen*, vol. I, p. 462, 463.

Digitized by Google

(244) Id., id., p. 468, 472, 473.

(245) REGNAULT e REISET. Negli *Ann. de Liebig*, volume LXXIII, p. 298.

(246) T. WOODS. Nel *Philosoph. Magazine*, ott., 1851, pagina 269, 273.

(247) HELMHOLTZ. *Uber die Wechselwirkung d. Naturkräfte*, Königsberg, 1854, p. 20, 21.

(248) COLLET dimostrò che l'acido palmitico, che da HEINTZ fu esattamente illustrato, è poi *acido margarico* e quindi rimise in onore le classiche indagini di CHEVREUL. Cf STRECKER. *Das Chemische Laboratorium*, ecc., 1854, pagine 86, 88.

(249) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 437.

(250) Nel classico lavoro di REGNAULT e REISET, sulla respirazione degli animali, questo pensiero è svolto con tanta chiarezza che non posso a meno di qui trascriverlo per esteso.

« Nous ne doutons pas que la chaleur animale ne soit « produite, *entièrement*, par les réactions chimiques qui « se passent dans l'économie; mais nous pensons que le « phénomène est beaucoup trop complexe, pour qu'il soit « possible de le calculer d'après la quantité d'oxygène « consommée. Les substances qui se brûlent par la respi- « ration sont formées en général de carbone, d'hydrogène, « d'azote et d'oxygene, souvent en proportion considéra- « ble; lorsqu'elles se détruisent complètement par la re- « spiration, l'oxygène qu'elles renferment contribue à la « formation de l'eau et de l'acide carbonique, et la chaleur « qui se dégage alors est nécessairement bien différente « de celle que produiraient en se brûlant, le carbone et « l'hydrogène, supposés libres. Ces substances ne se dé- « truisent d'ailleurs pas complètement; une portion se « transforme en d'autres substances qui jouent des rôles « spéciaux dans l'économie animale, ou qui s'échappent, « dans les excrétions, à l'état de matières très-oxydées « (urée, acide urique). Or, dans toutes ces transformations « et dans les assimilations de substances qui ont lieu dans « les organes, il y a dégagement ou absorption de cha- « leur; mais les phénomènes sont évidemment tellement « complexes, qu'il est peu probable que l'on parvienne « jamais à les soumettre au calcul.

« C'est donc par une coincidence fortuite que les quan-

Digitized by Google

« tités de chaleur dégagées par un animal se sont trouvées, « dans les expériences de Lavoisier, de Dulong et de M. « Despretz, à peu près, égales à celles que donneraient, en « brûlant, le carbone contenu dans l'acide carbonique « produit, et l'hydrogène dont on détermine la quantité « par une hypothèse *bien gratuite*, en admettant que la « portion de l'oxygène consommée qui ne se retrouve pas « dans l'acide carbonique, a servi à transformer cet hydro- « gène en eau. On ne peut pas s'appuyer sur les données « numériques des expériences, que nous venons de citer, « car il n'est pas douteux que les quantités d'acide car- « bonique ont été trouvées beaucoup trop petites. *Dans « nos expériences, nous trouvons, souvent, notamment pour les « poules soumises à leur régime habituel du grain, plus « d'oxygène dans l'acide carbonique dégagé, que nous n'en « avons fourni à la respiration. Ce fait seul démontre l'inexac- « titude de ces hypothèses, et nous dispense de les discuter « plus longuement.* » Annales de chimie et de pharmacie, 3 sér., t. XXVI, p. 513, 514.

(251) NASSE. Articolo *Thier. Wärme* nell' *Handwörterbuch* di WAGNER, p. 95.

(252) DONDERS. *Der Stoffwechsel als die Quelle der Eigenwärme*, ecc. Wiesbaden, 1847. Una memoria che può esser letta con pari frutto dai dotti e dai profani.

(253) NASSE. Op. cit., p. 77.

(254) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 402.

(255) HOPPE. Nel *Journ. f. prakt. Chemie*, vol. LVI, pagina 139, 143.

(256) MARCHAND. Nel suo *Journ.* vol. XXXIII, p. 136, nota. Vedi I. MÜLLER. *Handbuch der Physiol.*, vol. I, 4.ª ediz., p. 5.

(257) J. REISET. *Comptes Rendus*, t. XLII, p. 58, 59 e VILLE, id., p. 145, tom. XLIII.

(258) VALENTIN. *Archiv. f. physiol. Heilkunde*, Ann. XIV, p. 476.

(259) LIMPRICHT e USLAR non credono che l'acido butirro-acetico corrisponda esattamente all' acido *propionico*, propriamente detto, perchè questo bolle a 142° mentre il primo bolle a 120°. *Ann. der Chemie und Pharm.* vol. XCVI, p. 328, 330, 332. In questa traduzione, ad ogni modo, non si fa menzione che dell'acido propionico.

(259) BOPP. Negli *Ann. di Liebig*, vol. LXIX, p. 20. HINTERBERGER. Id., vol. LXXI, p. 76, 77, GUCKELBERGER. Idem, vol. LXV, p. 82. KELLER. Id. vol. LXXII, p. 38.

Digitized by Google

(260) HEINTZ. *Journ. di Erdmann*, vol. LIII, p. 448.

(261) WETHERILL. *Journ. f. prakt. Chemie*, vol. LXVIII, pag. 35.

(262) Vedi SCHWEIZER. Nel *Journ. di Erdmann*, vol. LIII, pag. 443.

(263) LIEBIG. *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie*, 6.ª ediz., 1846, p. 410.

(264) ANDERSON. *Journ. di Erdmann*, p. 39, vol. LIV.

(265) FRERICHS e STADELER. Nell'*Archiv. di Müller*, 1854, p. 382, 392.

(266) R. VIRCHOW. *Offenes Schreiben an Herrn Schönlein*, 1855, *Deutsche Klinik*, p. 7.

(267) FRERICHS. *Arch. f. physiol. Heilkunde*, vol. X, p. 403, 413, 416, 419.

(268) *Briefwechsel zwischen Zelter und Göthe*. Berlin, 1834, vol. I, p. 93.

(269) POGGIALE. Nei *Comptes Rendus*, t. XXV, p. 110, e NASSE, articolo *Blut* nel *Handwörterb. di Wagner*, p. 164.

(270) SCHRENK. Nei *Tagesbericht di Froriep*, 1851, p. 207.

(271) FRERICHS. Artic. *Verdauung* nel *Handwörterbuch di Wagner*, p. 798.

(272) Id., id., p. 759 e 788.

(273) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 536, e VALENTIN. *Grundriss der Physiol.*, 3.ª ediz., 1850, p. 357.

(274) *Journ. de Pharmacie et de Chimie*, 3.ª serie, t. XVI, p. 418.

(275) GOUBAUX. Nei *Comptes Rendus*, t. XLIII, p. 152.

(276) FRERICHS. Loc. cit., p. 718.

(277) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 545.

(278) Id., p. 556.

(279) Id., p. 509, 545.

(280) Id., p. 509, 510.

(281) VERDEIL. Negli *Ann. di Liebig* e *Wöhler*, LXIX, pagine 94, 97.

(282) LEHMANN. *Lehrbuch der physiol. Chemie*, 1842, p. 191, vol. I.

(283) NASSE. *Uber den Einfluss der Nahrung auf das Blut*, 1857, pag. 87.

(284) LEHMANN. *Lehrbuch*, ecc., 2.ª ediz., vol. II, p. 444.

(285) *Gazette Medicale*, 1850, Janvier, p. 62.

(286) FRORIEP. *Notizen*, december, 1849, p. 262.

(287) RAWITZ. *De vi alimentorum nutritia*, 1846, Vratislaviae, p. 37, 38.

Digitized by Google

(288) DONDERS. *Der Stoffwechsel als die Quelle der Eigenwärme bei Pflanzen und Thieren.* Wiesbaden, 1847, p. 65, 67.

(289) VIERORDT. *Physiol. des Athmens.* Karlsruhe, 1845, p. 76, 82. Nella rana il rapporto è diverso. Io, co' miei scolari *Meier* e *Neukomm*, trovai, a Zurigo, che in essa la quantità dell'acido carbonico espirato, cresce da 4° a + 33° C. Vedi *Untersuchungen*, ecc., di MOLESCHOTT, vol. II, p. 315 e seguenti.

(290) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 615.

(291) Id., p. 604.

(292) VIERORDT. *Physiol. des Athmens.* Carlsruhe, 1845, p. 93, 94. SCHARLING. Nel *Journ. f. prakt. Chemie*, volume XLVIII, p. 439.

(293) LIEBIG. Op. cit., p. 695.

(294) G. SAND. *Le Piccinino.* Bruxelle, vol. I, p. 77. LIEBIG. Op. cit. p. 605.

(295) J. LEHMANN. Negli *Ann. der Chemie*, vol. LXXXVII, p. 211, 217, e BÖCKER nell'*Archiv. f. wissensch. Heilkunde* di *Beneke* e *Vogel*, vol. I, p. 234 e seg.

(296) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 608, 609.

(297) MOLESCHOTT. *Lehre der Nahrungsmittel f. das Volk*, Erlangen 1850, p. 146, 148.

(298) DONDERS. *Die Nahrungsstoffe*, p. 61 e seg. 81, 88.

(299) GUILLEMETTE trovò la *cumarina* nel melliloto officinale; BLEIBTREU la rinvenne nell'Anthoxanthum odoratum e GUIBOURT, BOUTRON e BOULLAY nelle fave della Dipteryx odorata; KOSSMANN e BLEIBTREU nell'*asperula odorata.* Vedi la mia *Physiol. des Stoffwechsels in Pflanzen und Thieren*, p. 343.

(300) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 612.

(301) RIEHL. *Die bürgerliche Gesellschaft.* Stuttgart, 1851, pag. 50.

(302) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 329.

(303) Id. id. p. 481.

(304) HYRTL. *Lehrb. der Anatomie*, 2.ª ediz. Vien., 1851, p. 207.

(305) Id. id., p. 210.

(306) Id. id., p. 105.

(307) Id. id., p. 150.

(308) Id. id., p. 116.

(309) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 82.

(310) Id. id. p. 166.

Digitized by Google

(311) Mi si vorrà perdonare se qui, ed in altri punti, io ripeto le parole della introduzione alla mia *Physiologie des Stoffwechsels*. In parte io credo che mi toccheranno altri lettori e poi m'era d'uopo di vieppiù sviluppare un pensiero, appena accennato in detta introduzione, e ciò perchè le lettere seguenti si basano, tutte, sull'assioma, che la forza è una proprietà della materia.

(312) LIEBIG. *Chemische Briefe*, p. 371.

(313) Id. id., p. 367.

(314) Id. id., p. 383.

(315) PASTEUR. Nei *Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 218 e BIOT, id., p. 560.

(316) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 152.

(317) DE SENARMONT. Nei *Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 447.

(318) PASTEUR. *Ann. de Chim. et de Physique*, 3.ª serie, vol. XXVIII, p. 72 e seg.

(319) Id. Nei *Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 219.

(320) LIEBIG. *Chem. Briefe*, 232.

(321) Id., p. 55.

(322) Id., p. 222.

(323) Id., p. 231.

(324) DRAPER. Nel *Philosophical Magazine*, 4.ª serie, vol. I, 1851, p. 392. — « The immediate cause assigned for such « decompositions is, that a ray forcing the material par- « ticles on which it falls into a state of rapid vibration, « it comes to pass in many compound molecules that « their constituent atoms can no longer exist together as « the same group, because of the impossibility of their « being animated by consentaneous or conspiring motions, « and dislocation rearrangement or decomposition is the « result. »

(325) SVANBERG. *Jahresbericht über unorgan. Chemie*, volume XXXIII, p. 111.

(326) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 230.

(327) KOHN. Nel *Jour. di Erdmann*, vol. LIV, p. 27, vol. LII, p. 428, 431.

(328) ROSE. Id. id., vol. LIII, p. 489.

(329) Id. id., p. 115, 118.

(330) BUNSEN e PLAYFAIR. Negli *Ann. di Liebig e Wöhler*, vol. XLII, p. 262, 396. RIEKEN. Negli *Ann. di Liebig*, volume LXXIX, p. 78.

Digitized by Google

(331) LIEBIG. *Handbuch der organ. Chemie mit Rücksicht auf Pharmacie.* Heidelberg, 1843, p. 47.

(332) BERTHELOT. *Ann. der Chemie und Pharm.*, vol. C, p. 123.

(333) Id. *Ann. de Chimie et de Physique*, 3.ª serie, t. XXXIII, p. 295.

(334) Nei *Compt. Rendus*, t. XLI, p. 955.

(335) Id. id. vol. XL, p. 102.

(336) STRECKER. *Ann. der Chemie und Pharmacie*, vol. LXXV, pag. 46.

(337) Id. *Das Chemische Laboratorium*, p. 100.

(338) ZININ. *Ann. der Chemie und Pharmacie*, vol. XCI, p. 128. BERTHELOT, *Comptes Rendus*, t. XLI, p. 21, 22.

(339) DUSART. *Ann. der Chemie und Pharmacie*, vol. XCVII, p. 127, 128.

(340) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 577.

(341) Id., p. 24, 60.

(342) Id., p. 356.

(343) Id., p. 168.

(344) Id., p. 287.

(345) Id., p. 28.

(346) Id., p. 24, 25, 226, 227, 238.

(347) Id., p. 239.

(348) Id., p. 205.

(349) Id., p. 341.

(350) Id., p. 227, nella nota.

(351) Id., p. 18.

(352) DU BOIS REYMOND. *Untersuch. über Thier. Electricität.* Berlin, 1848, vol. I, p. 38, prefazione.

(353) LIEBIG. Op. cit. p. 339, 340.

(354) Id., id., p. 377, 378.

(355) Id., id., p. 359.

(356) DU BOIS REYMOND. Op. cit. p. 41, 43, 44.

(357) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 576.

(358) Id., id., p. 344, 345.

(359) Id., id., p. 598, 599.

(360) MOLESCHOTT. *Lehre der Nahrungsmittel* 1850, pagina 115, 116.

(361) LIEBIG. Op. cit., p. 599.

(362) Id., id. p. 324.

(363) GOBLEY. *Journ. de Pharmacie et de Chimie*, 3.ª serie, vol. XVII. p. 414. Vedi pure la mia *Physiol. des Stoffwechsels*, p. 383.

Digitized by Google

(364) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 342.

(365) MOLESCHOTT. *Lehre der Nahrungsmittel*, p. 80.

(366) LIEBIG. Op. cit., p. 501.

(367) STÖCKARDT. *Zeits. f. deutsche Landwirthe*, 1855, vol. I e II, p. 14 in nota.

(368) *Ann. di Liebig*, vol. LXXXV, p. 222, 223.

(369) Id., id., p. 12, vol. XCI.

(370) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 471.

(371) BIBRA. *Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen und der Wirbelthiere*, Mannheim, 1854, p. 105.

(372) Vedi le osservazioni di BOUCHARDAT, SANDRAS, SCHRADER, OGSTON e di TIEDEMANN nella mia *Physiologie der Nahrungsmittel*, 1850, pag. 535, 536, 2.ª edizione, 1859. p. 109, 511, 512. MOLESCHOTT. Il processo motorio dei nervi può essere accompagnato anche da una positiva oscillazione della corrente nervosa. *Unters zur Naturlehre*, volume VIII, p. 1-35.

(373) BÄRENSPRUNG. Negli *Archiv. di Müller*, 1851, p. 164.

(374) Si veda la figura del cervello di un negro nell'opera di TIEDEMANN, *Das Hirn des Negers mit dem des Europäers*, ecc. 1837. Heidelberg, 1837, tav. III, e nelle classiche sue *Icones cerebri simiarum et quorundam mammalium rariorum*. Heidelberg, 1821; si osservi specialmente nella tavola I, fig. 5, la figura del cervello e dei nervi cerebrali del cercopiteco e nella tav. II, fig. 8, il cervello d'una foca.

(375) GRATIOLET. Negli *Ann. des Sciences Naturelles*, 3.ª serie, t. XIV, p. 185.

(376) Id., p. 186. « Dans le cerveau humain, les deux « plis supérieurs de passage de la face externe existent « également, mais ils sont tous les deux grands et superficiels, en sorte que la scissure perpendiculaire externe « est complètement oblitérée. Cette remarque résout une « des plus grandes difficultés que soulève la comparaison « du cerveau de l'homme avec le cerveau des singes. »

(377) TIEDEMANN. *Das Hirn des Negers*, tav. VI, fig. 1, il cervello dell'Orang-Outang, fig. 3, il cervello del Chimpansé.

(378) Vedi TIEDEMANN. *Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns im Fötus des Menschen*, ecc. Nürnberg, 1816, pag. 142.

(379) LEURET. *Anatomie comparée du système nerveux*, ecc. Paris, 1839. Id. GRATIOLET. *Ann. des Sciences Naturelles*,

Digitized by Google

3.ª serie, t. XIV, p. 187. SCHIFF. *Lehrb. der Physiolog.*, vol. I. p. 338.

(380) BIBRA. *Vergleich. Untersuchungen*, p. 113.

(381) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 61.

(382) BIBRA. *Vergleich*, ecc , p. 22, 23 34, 35, 120, 123, 129; quest'opera prova specialmente che la composizione del cervello varia secondo il vario grado di sviluppo dell'animale.

(383) SCHLOSSBERGER. Negli *Ann. der Chemie*, vol. LXXXVI, p. 120, 121. BIBRA. *Vergleichende*, ecc. p. 117, 118. *Ann. der Chemie und Pharmacie*, vol. LXXXV, p. 48.

(384) NASSE. Nell'articolo *Thierische Wärme* nel *Handwörterbuch di Wagner*, p. 104.

(385) BIBRA. *Vergleich. Untersuch.*, p. 32, 88, 99, 104.

(386) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 600.

(387) Id., id., p. 466.

(388) BIOT. Nei *Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 557. « *C'est « ainsi que les géomètres ont une notion parfaite du cercle, « quoique la nature, ni l'art ne leur aient jamais présenté « de cercle parfait.* »

(389) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 576.

(390) Id., id., p. 71.

(391) Id., id., p. 617, 538.

(392) VOGT. *Physiolog. Briefe f. Gebildete*, ecc. Stuttgart, 1847, p. 206.

(393) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 466, 467.

(394) CONDORCET scriveva a proposito delle lettere inglesi di Voltaire: « La publication de ces lettres excita une « persécution, dont, en les lisant, on aurait peine à con- « cevoir l'acharnement, mais il y combattait les *idées* « *innées* et les docteurs croyaient alors que s'ils n'avaient « point d'idées innées, il n'y aurait pas de caractères assez « sensibles pour distinguer leur âme de celle des bêtes. « D'ailleurs il y soutenait avec Locke, qu'il n'était pas « rigoureusement prouvé que dieu n'aurait pas le pouvoir, « s'il le voulait absolument, de donner à un élément de « la matière la faculté de penser; et c'était aller contre « le privilège des théologiens, qui prétendent savoir à « point nommé, et savoir seuls, tout ce que dieu a pensé, « tout ce qu'il a fait ou pu faire, depuis et même avant « le commencement du monde. » Questo passo è riportato

Digitized by Google

dallo SCHLOSSER, *Geschichte des XVIII, Jahrhunderts*. Heidelberg, 1843, 3.ª ediz., vol. I, p. 524.

(395) JOBERT DE LAMBALLE. Nei *Comptes Rendus*, t. XXXIII, p. 535, 536.

(396) DU BOIS REYMOND. *Untersuch. über thieris. Electricität*, vol. II, p. 590.

(397) Id., Nei *Comptes Rendus*, t. XXVIII, p. 641, 643, e t. XXIX, p. 8, in una lettera di *Humboldt* a *Arago* e nelle mie *Untersuchungen* ecc., vol. II, p. 269.

(398) BOERRHAVE e ALBINUS. Nella prefazione alle *Opere* di *Andrea Vesalio*. Lugdani Baavorum, 1725, p. 4.

(399) RIEHL. *Die bürgerliche Gesellschaft*, p. 123.

(400) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 5.

(401) PRICHARD. *Researches into the physical history of mankind*, fourth edition, London, 1841, p. 174. « The same « race who in the age of Tacitus dwelt in solitary dens, « amid morasses, have built St. Petersburg and Moskow; « and the posterity of cannibals and phthirophagi now « feed on pillau or wheaten bread. »

(402) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 6.

(403) Citazione di LIEBIG, p. 626.

(405) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 616, 617.

(406) Id., id., p. 3?.

(407) Id., id., p. 621.

(408) Id., id., p. 31, 32.

(409) Id., id., p. 607.

(410) *Tout comprendre, ce serait tout pardonner*. Mad. de STAEL, nella *Corinne*.

(411) Nel febbraio 1852 in Darmstadt la camera votò, con 30 voti contro 21, a favore del ripristino della pena di morte.

(412) GERVINUS. *Neuere Geschichte der poetischen National-Literatur der Deutschen*. Leipzig, 1842, 2.ª parte, p. 130.

(413) *Briefwechsel zwischen* GÖTHE *und* ZELTER, vol. I, p. 45.

(414) Id., vol. V, p. 395.

(415) RIEHL. *Die bürgerl. Gesellschaft*, p. 233.

(416) R. WAGNER. Appendice della *Augsb. Allgem. Zeitung*, 20 genn., 1852.

(417) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 6.

(418) Id., id., p. 622, 623.

(419) Id., id., p. 624, 625, 626.

(420) Id., id., p. 619.

Digitized by Google

(421) Id., id., p. 674.

(422) THIERS. *Resumé de l'Histoire de France*, 15.ª ediz., 1840, pag. XXIX.

(423) OESTERLEN. *Handb. der Hygieine f. den Einzelnen wie für eine Bevölkerung.* Tübingen, 1853, p. 573.

(424) Appendice, n. 305, 310, 311, dell'*Allgemeine Zeitung*. Per potere giudicare il rimprovero di doppiezza conviene *paragonare i tre numeri l'uno coll'altro.*

(425) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 678, 679.

(426) MILLON. Negli *Annal. de Chimie et de Physique*, 3.ª serie, t. XXVI, p. 8 e DONDERS nella *Nederlandsch lancet* di *Donders, Ellermann* e *Jansen*, juni, 1849, p. 747.

(427) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 594.

(428) *Kekulé* in LIEBIG. Id., p. 595.

(429) PELIGOT. Nei *Comptes Rendus*, t. XXVIII, p. 186, ivi parlando di *Millon*, egli conclude: « Quant à la conclusion « que ce chimiste tire de ses analyses, *que le son est une « matière essentiellement alimentaire*, qu'on peut laisser avec « grand avantage dans la farine destinée à faire le pain, « je dois faire observer que la difficulté que présente la « conservation du son dans la farine destinée à faire le « pain de belle qualité me paraît résulter beaucoup moins « de la présence de quelques centièmes de cellulose con- « tenus dans le blé que de celle de la matière grasse. « Celle-ci se trouve dans le son en quantité au moins tri- « ple de celle qui reste dans la farine, et le blutage la « sépare du blé moulu non moins utilement que la cellu- « lose elle même. »

(430) MEGE MOURIES. *Comptes Rendus*, t. XLIV, p. 55.

(431) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 595.

(432) PAYEN. Nei *Comptes Rendus*, t. XXVIII, p. 196.

(433) MULDER. *Scheikundige Onderzoekingen*, t. V, p. 432.

(434) DECAISNE. Nei *Comptes Rendus*, t. XL, p. 77 e FREMY, id., p. 128, 129.

(435) ABBADIE. Nei *Comptes Rendus*, t. XXX, p. 750.

(436) J. LEHMANN. *Ann. der Chemie und Pharmacie*, volume LXXXVII, p. 211, 217.

(437) I tre ultimi passi son tolti dallo schizzo mio: *Die Nahrungsmittel*, edito nel *Gegenwart*, 1852, p. 175, 178.

(438) SEGOND. *De l'action comparative du régime animal et du régime végétal sur la constitution physique et sur le moral de l'homme* nelle *Mémoires de l'académie nationale de*

Digitized by Google

médecine, Paris, 1850, p. 235. Si compari quel passo con quelli del mio schizzo, *Nahrungsmittel*, edito nel *Gegenvart*.

(439) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 537, 558.

(440) G. FORSTER. *Sämmtl. Schrif.*, Leipzig, 1843, vol. I, p. 24 e p. 103 nella nota.

(441) Appendice alla *Allgemeine Zeitung*, 29 gennaio, 1852.

(442) LIEBIG. *Chem. Briefe*, p. 563.

(443) CHEVANDIER. Nei *Comptes Rendus*, t. XXXIII, pagina 634, 637.

(444) MOLESCHOTT. *Lehre der Nahrungsmittel für das Volk*. Erlangen, 1850, p. 342. PRICHARD. *Researches into the physic. history of mankind*, vol. I, p. 181.

FINE DELLE NOTE.

Digitized by Google

Digitized by Google

Opere edite dall' Editore G. BRIGOLA

BÜCHNER LUIGI, dottore in medicina. *Forza e materia*, studii popolari di filosofia e storia naturale, preceduti da una prefazione appositamente scritta dall' autore per questa versione italiana, di Stefanoni Luigi, seconda edizione autorizzata. Un volume in-16 senza ritratto . . . . . L. 2 40

— *Scienza e natura*, saggi di filosofia e storia naturale, prima versione autorizzata, per Luigi Stefanoni. Milano, un volume in-12 . . . . . » 4 50

CANESTRINI GIOVANNI, prof. dell' Università di Padova. *Compendio di zoologia e di anatomia comparata.* Due vol. in-12 adorni di vignette interc. nel testo . » 6 —

— *Origine dell'uomo.* Un vol. in-12, seconda edizione, illustrata di figure in legno . . . . . » 1 80

CANTONI prof. GIOVANNI. *La creazione di alcuni organismi*, dialogo (*generazione spontanea*). Milano, un vol. in-12 » 1 25

DANDOLO conte TULLIO. *La Francia nel secolo passato.* Vol. 2 in-16 . . . . . » 3 —

DE ANGELI dott. FELICE. *Delle origini del dominio tedesco in Italia*, con documenti inediti e rari del secolo X, studii storico-critici, opera dedicata a S. M. V. E. Un vol. in-16 . . . . . » 2 —

HEINE ENRICO. *Il canzoniere*, traduzione di Bernardino Zendrini, prof. della R. Università di Padova, seconda edizione italiana, riveduta e corretta dal traduttore. Un vol. in-12 . . . . . » 4 50

LETOURNEAU dottor C. *Fisiologia delle passioni*, unica versione permessa dall' autore, di Luigi Stefanoni. Un elegante volume in-12 . . . . . » 2 70

MALFATTI BARTOLOMEO. *Scritti geografici ed etnografici.* Un grosso volume in-12 . . . . . » 4 50

MELZI D'ERIL FRANCESCO, duca di Lodi. *Memorie*, documenti e lettere inedite di Napoleone I e Beauharnais, raccolte e dirette per cura di Giovanni Melzi. Due grossi volumi di pag. 720 ciascuno, stampati in carta velina con ritratto e fac-simile . . . . . » 15 —

MIGNET M. *Vita di Franklin*, nuova versione dal francese col consenso dell' autore, preceduta da brevi cenni bibliografici di G. d'Adda, un volumetto in-18 con ritratto . . . . . » 1 50

STEFANONI LUIGI. *Storia critica della superstizione.* Seconda edizione. Due eleganti volumi in-12 in carattere nuovo . . . . . » 7 50

TONINI dott. FELICE. *Igiene e fisiologia del matrimonio*, ossia storia naturale e medica dello stato conjugale e dell'igiene speciale dei conjugi nelle diverse loro fasi e del neonato. Seconda edizione adorna di incisioni in rame, tavole e disegni intercalati nel testo. Un grosso volume in-12 . . . . . » 4 50

Digitized by Google